O WYTRZYMAŁOŚCI
KOŁOWYCH ŁUKÓW SPRĘŻYSTYCH.

NAPISAŁ
K. Obrębowicz,
inżynier.

Ponieważ dokładne obliczenie wytrzymałości łuków o osi kołowej przedstawia więcej trudności aniżeli łuków o osi parabolicznej, więc też zakradł się zwyczaj obliczania łuków kołowych podług wzorów wyprowadzonych dla parabolicznych. — Błąd stąd wynikający jest nieznacznym tylko przy łukach bardzo płaskich, zbliżających się istotnie kształtem swym do paraboli, przy mniej płaskich łukach kołowych natomiast błąd wzrasta stopniowo tak dalece, że obliczenie łuku półkołowego podług wzorów parabolicznych pozbawionem jest wszelkiej wartości [1]) a mimo to w praktyce się natrafia. Obliczając przed kilkunastu laty wiązarki łukowe dla hal dworcowych, wyprowadziłem naówczas dla własnego użytku dokładniejsze wzory dla łuków kołowych, i aczkolwiek metoda ta i wzory nie są bezwzględną nowością, podaję je poniżej, ponieważ mimo większej dokładności są one zwłaszcza dla półkoła równie dogodne, jak wzory paraboliczne. Obecnie zaś mogą wzory te przydać się tym z czytelników Przeglądu, którzy biorą udział w konkursie na projekt dworca dr. żel. Warsz.-Wied.

* * *

Z danych warunków obciążenia łuku możemy ustawić 3 równania statyczne, które nie starczą jednakże do oznaczenia nieznanych oddziaływań oporowych. Nieznanych tych oddziaływań we właściwym łuku mamy co najmniej 4 (w łuku o 2-ch przegubach oporowych) lub więcej (w innych gatunkach łuków). Potrzebne równania dodatkowe otrzymamy z obliczenia sprężystych odkształceń łuku. Natomiast zeskłady kształtu łukowego, lecz charakteru rozporowego, lub belki, posiadające tylko kształt łukowy, dadzą się statycznie określić i obliczyć bez uciekania się do odkształceń sprężystych.

§ 1. Odkształcenie pręta, o dowolnie zakrzywionej osi, z materyału jednolitego, wystawionego na wyginanie, określa się równaniem zasadniczem:

$$EJ\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'}\right) = M \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (1).$$

M moment wyginający,
ρ promień krzywizny osi obojętnej przed wygięciem,
ρ' „ „ „ „ po wygięciu,
E spółczynnik sprężystości materyału.
J moment bezwładności przekroju, dopóki wysokość przekroju względnie do promienia krzywizny jest nieznaczna, jak w zwykłych łukach mostowych, wiązarkach dachowych i t. p. Jeżeli jednak wysokość przekroju w stosunku do promienia krzywizny jest znaczna, to zamiast $J = \int u^2 dF$ wypada podstawić: $J = \int \frac{u^2 dF}{1 + \frac{u}{\rho}}$. W tym wypadku też oś obojętna przesunie się ze środka ciężkości przekroju; oddalenie zaś jej od krawędzi wklęsłej otrzymamy z równania:

$$\int_{-a}^{h-a} \frac{u\,dF}{1 + \frac{u}{\rho}} = 0.$$

h jest wysokością przekroju, dF różniczką powierzchni, u — oddaleniem tejże różniczki od osi obojętnej, a — oddaleniem osi obojętnej od krawędzi wklęsłej.

Długość osi obojętnej nie zmienia się przy wyginaniu[2]), jeżeli więc przez φ oznaczymy kąt stycznej danego punktu osi obojętnej z osią rzędnych, to otrzymamy przed wygięciem:

$$ds = \rho \, . \, d\varphi, \quad \text{czyli:} \quad \frac{1}{\rho} = \frac{d\varphi}{ds},$$

a po wygięciu:

$$ds = \rho' d\varphi', \quad \text{czyli:} \quad \frac{1}{\rho'} = \frac{d\varphi'}{ds}$$

a wprowadzając te wartości we wzór (1) otrzymamy:

$$d\varphi' - d\varphi = -\frac{M\,ds}{EJ}$$

$$\Delta\, d\varphi = -\frac{M\,ds}{EJ}$$

(znaku Δ używamy na oznaczenie odkształceń, znaku d na oznaczenie różniczek w pojęciu matematycznem).

Dla łuku kołowego, o promieniu osi r, jest:

$$ds = r\,d\varphi, \qquad \text{czyli}$$

$$\Delta\, d\varphi = -\frac{Mr}{EJ}\, d\varphi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (2)$$

$$\Delta \varphi = r \int_0^{\varphi} \frac{M\,d\varphi}{EJ}.$$

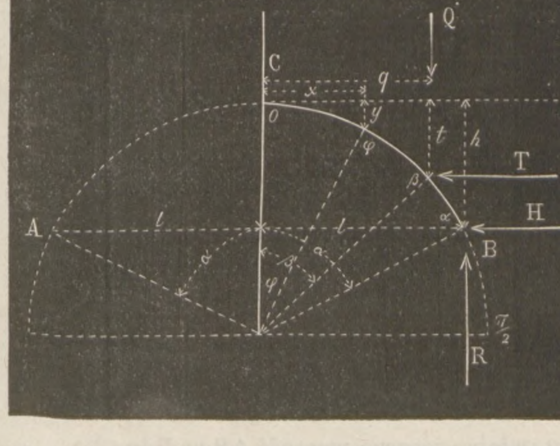
Wartość EJ może być zmienną i, o ile da się wyrazić jako funkcya zmiennej φ, wypadałoby całkę wskazaną obliczyć dla każdego wypadku. Jeżeli EJ nie możemy wyrazić jako funkcyą zmiennej φ, albo jeżeli całkowanie przedstawi nadmierne trudności, to wypadnie podzielić łuk na pewną ilość sekcyj, o *przybliżenie* stałej wartości EJ, i całkować wzór w granicach każdej sekcyi oddzielnie, wysuwając EJ jako stałą z pod znaku $\int$.

Podobnie jednak, jak się to zwykle czyni w obliczaniu belek wieloprzęsłowych, lub łuków parabolicznych, przyjmiemy dla dalszego rozwinięcia wzorów, że EJ jest stałe, t.j. równe średniej wartości, a otrzymamy z wzoru poprzedniego:

$$\Delta \varphi = -\frac{r}{EJ} \int_0^{\varphi} M\,d\varphi \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \quad (3).$$

§ 2. Przypuśćmy że łuk kołowy, o kącie środkowym 2α i rozpiętości $2l = 2r \sin\alpha$, jest osadzony stale w kluczu C, i zbadajmy odkształcenia, jakimby podlegała prawa strona łuku (fig. 1) pod wpływem dowolnych sił i momentów,

Fig. 1.



gdyby koniec oporowy B był zupełnie swobodny. Kolejno rozpatrzymy odkształcenia spowodowane:

[1]) Błąd ten dla różnych odkształceń jest zmiennym i waha przeważnie w granicach: ± 16%. Ze stosunków odkształceń, błędnych niejednolicie, obliczamy oddziaływania oporowe — których błędność może się potęgować w znacznie wyższym stopniu, nie dającym się określić ogólnie, lecz zależnym od specyalnych warunków danego łuku. Błędy do 50% lub więcej nawet, nie są wykluczone.

[2]) Mówimy tylko o wpływie momentu wyginającego,— skrócenia lub wydłużenia osi pręta pod wpływem sił środkowych i poprzecznych,

1) Momentem M_0, działającym w końcu oporowym B. (Moment dodatni wygina w kierunku oznaczonym strzałką w rysunku).

2) Siłą pionową Q, przyczepioną do punktu $xy = \beta$, (punkta osi łuku oznaczamy najkrócej kątem środkowym, np. punkt β, α, φ lub t. p.).

3) Obciążeniem p, rozłożonem równomiernie na jednostkę osi łuku.

4) Oddziaływaniem oporowem, pionowem: R.

5) Siłą poziomą T, przyczepioną w β.

6) Parciem oporowem H.

§ 3. Jeżeli punkt φ w skutek wygięcia osi, niepołączonego ze zmianą długości osi ($ds = Const.$) przechodzi z położenia xy w położenie $x'y'$, a odkształcenie kąta stycznej $\Delta\varphi$ jest dostatecznie małe, to ogólnie dla jakiejbądź krzywej mamy:

$$\left.\begin{aligned} \Delta dx &= \Delta[ds\cos\varphi] = -ds.\sin\varphi.\Delta\varphi = -\Delta\varphi.dy \\ \Delta dy &= \Delta[ds\sin\varphi] = ds.\cos\varphi.\Delta\varphi = +\Delta\varphi.dx \end{aligned}\right\} \quad (4).$$

Dla łuku kołowego wprowadzamy wartość:

$$ds = r\,d\varphi$$

$$\left.\begin{aligned} \Delta dx &= -r\Delta\varphi.\sin\varphi d\varphi \\ \Delta dy &= +r\Delta\varphi.\cos\varphi d\varphi \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (5)$$

$$\left.\begin{aligned} \int_0^\beta \Delta dx = \Delta q = \int_0^\beta -r\Delta\varphi\sin\varphi d\varphi = r\Delta\beta\cos\beta - r\int_0^\beta \cos\varphi\Delta d\varphi \\ \int_0^\beta \Delta dy = \Delta t = \int_0^\beta +r\Delta\varphi\cos\varphi d\varphi = r\Delta\beta\sin\beta - r\int_0^\beta \sin\varphi\Delta d\varphi \end{aligned}\right\} \quad (6).$$

Jeżeli tylko część łuku, od 0 do β, uważać będziemy za natężoną i w skutek tego się odkształcającą, a resztę, od β do α, jako nienatężoną, to część nienatężona, nie zmieniając swego kształtu, przesunie się tylko:

1) równolegle do siebie o ilości Δq i Δt;

2) okręci się nadto około punktu $\beta' = q't'$ o kąt $\Delta\beta$.

Przesunięcie się końca oporowego B, w skutek wspomnianego powyżej okręcenia się, o kąt $\Delta\beta$, oznaczymy podług wzoru (4) wprowadzając zamiast $\Delta\varphi$ stałą $\Delta\beta$:

$$\Delta dx = -\Delta\beta.dy$$
$$\Delta dy = +\Delta\beta.dx;$$

po scałkowaniu w granicach od β do α:

$$\left.\begin{aligned} \Delta(l-q) &= -\Delta\beta(h-t) = -\Delta\beta.r(\cos\beta - \cos\alpha) \\ \Delta(h-t) &= +\Delta\beta.(l-q) = +\Delta\beta.r(\sin\alpha - \sin\beta) \end{aligned}\right\} \quad (7).$$

Sumując zaś przesunięcia określone wzorami (6) i (7), otrzymamy całkowite przesunięcie się końca oporowego B:

$$\left.\begin{aligned} \Delta l &= \Delta q + \Delta(l-q) = \Delta\beta.r\cos\alpha - r\int_0^\beta \cos\varphi.\Delta d\varphi \\ \Delta h &= \Delta t + \Delta(h-t) = \Delta\beta.r\sin\alpha - r\int_0^\beta \sin\varphi\Delta d\varphi \end{aligned}\right\} \quad (8).$$

Po wprowadzeniu wartości ze wzoru (2):

$$\left.\begin{aligned} \Delta l &= \Delta\beta.r\cos\alpha + \frac{r^2}{EJ}\int_0^\beta M\cos\varphi d\varphi \\ \Delta h &= \Delta\beta.r\sin\alpha + \frac{r^2}{EJ}\int_0^\beta M\sin\varphi d\varphi \end{aligned}\right\} \quad \ldots (9)$$

albo podstawiając jeszcze wartość $\Delta\beta$ podług (3):

$$\left.\begin{aligned} \Delta l &= \frac{r^2}{EJ}\left[-\cos\alpha\int_0^\beta M d\varphi + \int_0^\beta M\cos\varphi d\varphi\right] \\ \Delta h &= \frac{r^2}{EJ}\left[-\sin\alpha\int_0^\beta M d\varphi + \int_0^\beta M\sin\varphi d\varphi\right] \end{aligned}\right\} \quad \ldots (10).$$

Z wzoru (3) możemy obliczyć odkształcenie kątowe $\Delta\beta$, poczem dogodniej będzie stosować wzór (9), zamiast (10), do obliczenia przesunięć końca łuku B, t. j. punktu α.

§ 4. Odkształcenia, skutkiem momentu oporowego, $M_0 = Const.$, otrzymamy z (3) i (9), całkując w granicach od 0 do α:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha &= -\frac{M_0 r}{EJ}.\alpha \\ \Delta l &= \frac{M_0 r^2}{EJ}(\sin\alpha - \alpha\cos\alpha) \\ \Delta h &= -\frac{M_0 r^2}{EJ}(\alpha\sin\alpha + \cos\alpha - 1) \end{aligned}\right\} \quad \ldots (11).$$

A jeżeli łuk jest półkołem, t. j. $\alpha = \frac{\pi}{2}$:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\frac{\pi}{2} &= -\frac{M_0 r}{2}.\frac{\pi}{2} \\ \Delta l &= \frac{M_0 r^2}{EJ} \\ \Delta h &= -\frac{M_0 r^2}{EJ}\left(\frac{\pi}{2} - 1\right) \end{aligned}\right\} \quad \ldots\ldots (12).$$

Dogodnie będzie przedstawić moment M_0 jako iloczyn z siły K_0 i ramienia r:

$$M_0 = K_0 r,$$

jeżeli tę wartość wprowadzimy w (12), otrzymamy:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\frac{\pi}{2} &= -\frac{K_0 r^2}{EJ}.\frac{\pi}{2} = -\frac{K_0 r^2}{EJ}.1{,}5708 \\ \Delta l &= \frac{K_0 r^3}{EJ} \\ \Delta h &= -\frac{K_0 r^3}{EJ}\left(\frac{\pi}{2} - 1\right) = -\frac{K_0 r^3}{EJ}.0{,}5708 \end{aligned}\right\} \quad \ldots (12^a)$$

wzory zbliżone swym kształtem bardziej do wzorów następnych paragrafów.

§ 5. Odkształcenie powodowane siłą pionową Q. W granicach od 0 do β mamy:

$$M = -Q(q - x) = -Qr(\sin\beta - \sin\varphi) \quad \ldots (13).$$

Dalej zaś od β do α: $M = 0$.

Wprowadzając wartość z (13) we wzór (3), otrzymamy:

$$\Delta\beta = +\frac{Qr^2}{EJ}\int_0^\beta (\sin\beta - \sin\varphi)\,d\varphi$$

$$\Delta\alpha = \Delta\beta = \frac{Qr^2}{EJ}(\beta\sin\beta + \cos\beta - 1) \quad \ldots (14)$$

podobnież ze wzoru (9):

$$\Delta l = \frac{Qr^3}{EJ}\left[\cos\alpha(\beta\sin\beta + \cos\beta - 1) - \int_0^\beta (\sin\beta - \sin\varphi)\cos\varphi d\varphi\right]$$

$$\Delta l = -\frac{Qr^3}{EJ}\left[\tfrac{1}{2}.\sin^2\beta - \cos\alpha(\beta\sin\beta + \cos\beta - 1)\right] \quad \ldots (15)$$

działających w kierunku i prostopadle do osi, uwzględnimy później. Zaznaczamy jednakże, iż praktyczna potrzeba uwzględnienia tych odkształceń zachodzi dopiero, gdy wysokość przekroju względnie do promienia krzywizny jest dość znaczna, — dla łuków mostowych i dachowych uwzględnienie tych odkształceń będzie zbyteczne.

$$\Delta h = \frac{Qr^3}{EJ}\left[\sin\alpha\,(\beta\sin\beta + \cos\beta - 1) - \int_0^\beta (\sin\beta - \sin\varphi)\sin\varphi\, d\varphi\right]$$

$$\Delta h = \frac{Qr^3}{EJ}\left[\frac{\beta}{2} + \tfrac{1}{2}.\sin\beta\cos\beta - \sin\beta + \sin\alpha(\beta.\sin\beta + \cos\beta - 1)\right] \quad (16).$$

Dla łuku półkołowego będzie: $\alpha = \frac{\pi}{2}$:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\frac{\pi}{2} &= \frac{Qr^2}{EJ}(\beta\sin\beta + \cos\beta - 1) \\ \Delta l &= -\frac{Qr^3}{EJ}\cdot\tfrac{1}{2}\sin^2\beta \\ \Delta h &= +\frac{Qr^3}{EJ}\left[\frac{\beta}{2} + \tfrac{1}{2}\sin\beta\cos\beta + (\beta - 1).\sin\beta - (1 - \cos\beta)\right] \end{aligned}\right\} \quad (17).$$

§ 6. Odkształcenie powodowane równomiernie na jedność osi łuku rozłożonem obciążeniem p.

Jeżeli p rozłożone tylko od 0 do β, a dalej łuk nie obciążony, wprowadzamy we wzory (14), (15) i (16) wartość: $Q = p.ds = p.r\,d\varphi$, lub by nie zmieniać kąta β owych wzorów powrotnie na φ, wstawiamy wprost:

$$Q = pr.d\beta$$

i całkujemy je w granicach od 0 do β, a otrzymamy:

$$\Delta\beta = \frac{pr^3}{EJ}\int_0^\beta(\beta\sin\beta + \cos\beta - 1)d\beta = \frac{pr^3}{EJ}[2\sin\beta - \beta(1 + \cos\beta)] \ldots (18)$$

$$\Delta l = -\frac{pr^4}{EJ}\int_0^\beta\left[\tfrac{1}{2}\sin^2\beta - \cos\alpha(\beta\sin\beta + \cos\beta - 1)\right]d\beta$$

$$\Delta l = -\frac{pr^4}{EJ}\left\{\tfrac{1}{4}(\beta - \sin\beta\cos\beta) - \cos\alpha[2\sin\beta - \beta(1 + \cos\beta)]\right\} \ldots (19)$$

$$\Delta h = \frac{pr^4}{EJ}\int_0^\beta\left[\tfrac{1}{2}(\beta + \sin\beta\cos\beta) - \sin\beta + \sin\alpha(\beta\sin\beta + \cos\beta - 1)\right]d\beta$$

$$\Delta h = \frac{pr^4}{EJ}\left\{\tfrac{1}{4}(\beta^2 + \sin^2\beta) - (1 - \cos\beta) + \sin\alpha[2\sin\beta - \beta(1 + \cos\beta)]\right\} \ldots (20).$$

Jeżeli cały łuk od 0 do α równo obciążony, wprowadzamy: $\beta = \alpha$

$$\left.\begin{aligned} \Delta\beta &= \frac{pr^3}{EJ}[2\sin\alpha - \alpha(1 + \cos\alpha)] \\ \Delta l &= -\frac{pr^4}{EJ}\left[\frac{\alpha}{4} - \frac{9}{4}\sin\alpha\cos\alpha + \alpha\cos\alpha(1 + \cos\alpha)\right] \\ \Delta h &= +\frac{pr^4}{EJ}\left[\frac{\alpha^2}{4} + \frac{9}{4}\sin^2\alpha - (1 - \cos\alpha) - \alpha\sin\alpha(1 + \cos\alpha)\right] \end{aligned}\right\} \quad (21).$$

Dla półkola obciążonego od 0 do β wprowadzamy wartość: $\alpha = \frac{\pi}{2}$ we wzory (18), (19) i (20):

$$\left.\begin{aligned} \Delta\beta &= \frac{pr^3}{EJ}[2\sin\beta - \beta(1 + \cos\beta)] \\ \Delta l &= -\frac{pr^4}{EJ}\left[\tfrac{1}{4}(\beta - \sin\beta\cos\beta)\right] \\ \Delta h &= \frac{pr^4}{EJ}\left[\tfrac{1}{4}(\beta^2 + \sin^2\beta) - (1 - \cos\beta) + 2\sin\beta - \beta(1 + \cos\beta)\right] \end{aligned}\right\} \quad (22).$$

Dla półkola obciążonego w całej długości łuku wprowadzamy wartość: $\beta = \frac{\pi}{2}$ w (22):

$$\left.\begin{aligned} \Delta\beta &= \frac{pr^3}{EJ}\left(2 - \frac{\pi}{2}\right) &&= \frac{pr^3}{EJ}\times 0{,}4292 \\ \Delta l &= -\frac{pr^4}{EJ}\times\frac{\pi}{8} &&= -\frac{pr^4}{EJ}\times 0{,}3927 \\ \Delta h &= \frac{pr^4}{EJ}\left(\frac{\pi^2}{16} - \frac{\pi}{2} + \frac{5}{4}\right) &&= \frac{pr^4}{EJ}\times 0{,}2961 \end{aligned}\right\} \ldots (23).$$

§ 7. Odkształcenia skutkiem pionowego oddziaływania oporowego: R otrzymamy, podstawiając we wzory (14), (15) i (16) wartości: $Q = -R$

$$\beta = \alpha$$

$$\left.\begin{aligned} \Delta\alpha &= -\frac{Rr^2}{EJ}[\alpha\sin\alpha + \cos\alpha - 1] \\ \Delta l &= +\frac{Rr^3}{EJ}\left[\tfrac{1}{2}\sin^2\alpha - \alpha\sin\alpha\cos\alpha + \cos^2\alpha - \cos\alpha\right] \\ \Delta h &= -\frac{Rr^3}{EJ}\left[\alpha(\tfrac{1}{2} + \sin^2\alpha) + \tfrac{3}{2}\sin\alpha\cos\alpha - 2\sin\alpha\right] \end{aligned}\right\} \quad (24).$$

Dla łuku półkołowego wypada podstawić: $\alpha = \frac{\pi}{2}$

$$\left.\begin{aligned} \Delta\frac{\pi}{2} &= -\frac{Rr^2}{EJ}\left(\frac{\pi}{2} - 1\right) &&= -\frac{Rr^2}{EJ}\times 0{,}5708 \\ \Delta l &= +\frac{Rr^3}{EJ}\times\tfrac{1}{2} && \\ \Delta h &= -\frac{Rr^3}{EJ}\left(\tfrac{3}{4}\pi - 2\right) &&= -\frac{Rr^3}{EJ}\times 0{,}3562 \end{aligned}\right\} \ldots (25).$$

§ 8. Odkształcenia powodowane poziomą siłą T: W granicach od 0 do β mamy:

$$M = -T(t - y) = -Tr(\cos\varphi - \cos\beta) \quad \ldots\ (26),$$

dalej zaś, od β do α jest: $M = 0$,

wprowadzając wartość z (26) w (3) i (9) otrzymamy:

$$\Delta\beta = \frac{Tr^2}{EJ}\int_0^\beta(\cos\varphi - \cos\beta)d\varphi = \frac{Tr^2}{EJ}(\sin\beta - \beta.\cos\beta) \ldots (27)$$

$$\Delta l = \frac{Tr^3}{EJ}\left[\cos\alpha(\sin\beta - \beta\cos\beta) - \int_0^\beta(\cos\varphi - \cos\beta)\cos\varphi\, d\varphi\right]$$

$$\Delta l = -\frac{Tr^3}{EJ}\left[\tfrac{1}{2}(\beta - \sin\beta\cos\beta) - \cos\alpha(\sin\beta - \beta\cos\beta)\right] \ldots (28)$$

$$\Delta h = \frac{Tr^3}{EJ}\left[\sin\alpha(\sin\beta - \beta.\cos\beta) - \int_0^\beta(\cos\varphi - \cos\beta)\sin\varphi\, d\varphi\right]$$

$$\Delta h = \frac{Tr^3}{EJ}\left[\sin\alpha(\sin\beta - \beta\cos\beta) + \cos\beta(1 - \cos\beta) - \tfrac{1}{2}\sin^2\beta\right] \ldots (29)$$

albo: $\Delta h = \frac{Tr^3}{EJ}\left[\sin\alpha(\sin\beta - \beta\cos\beta) + \tfrac{1}{2}\sin^2\beta - (1 - \cos\beta)\right]$.

Dla łuku półkołowego jest $\alpha = \frac{\pi}{2}$

$$\left.\begin{aligned} \Delta\beta &= \frac{Tr^2}{EJ}(\sin\beta - \beta\cos\beta) \\ \Delta l &= -\frac{Tr^3}{EJ}\times\tfrac{1}{2}(\beta - \sin\beta\cos\beta) \\ \Delta h &= \frac{Tr^3}{EJ}\left[\sin\beta - \beta\cos\beta + \tfrac{1}{2}\sin^2\beta - (1 - \cos\beta)\right] \end{aligned}\right\} \quad (30).$$

§ 9. Odkształcenia spowodowane parciem oporowem H otrzymamy, wstawiając we wzory powyższego paragrafu: $T = H$; $\beta = \alpha$.

Ogólnie:

$$\left.\begin{aligned} \Delta\beta &= \frac{Hr^2}{EJ}(\sin\alpha - \alpha\cos\alpha) \\ \Delta l &= -\frac{Hr^3}{EJ}\left(\frac{\alpha}{2} + \alpha\cos^2\alpha - \tfrac{3}{2}\sin\alpha\cos\alpha\right) \\ \Delta h &= \frac{Hr^3}{EJ}\left[\tfrac{3}{2}\sin^2\alpha - (1 - \cos\alpha) - \sin\alpha\cos\alpha\right] \end{aligned}\right\} \ldots (31).$$

A dla łuku półkołowego: $\alpha = \frac{\pi}{2}$

$$\Delta \frac{\pi}{2} = \frac{Hr^2}{EJ}$$

$$\Delta l = -\frac{Hr^3}{EJ} \times \frac{\pi}{4} = -\frac{Hr^3}{EJ} . 0{,}7854 \quad (32).$$

$$\Delta h = -\frac{Hr^3}{EJ} \times \tfrac{1}{2}$$

§ 10. *Wpływ temperatury.* Łuk przy temperaturze τ_0, gdy temperatura zmieni się na τ, zmienia swe wymiary (o ile poruszać się może swobodnie) w stosunku:

$$\frac{\Delta ds}{ds} = \frac{\Delta s}{s} = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\Delta h}{h} = \frac{\tau - \tau_0}{\eta} \ldots \ldots (33)$$

$\frac{1}{\eta}$ jest spółczynnik linijnej rozszerzalności materyału.

Dla żelaza na 1° C. można przyjąć $\eta = 81400$.

$$\Delta\varphi = \Delta\alpha = 0.$$

§ 11. *Gatunki łuków.* Zeskłady charakteru belkowego lub rozporowego, posiadające tylko kształt łuku, dają się obliczyć bezpośrednio z równań statycznych, które dla obliczenia łuków właściwych nie wystarczają. Wyszczególniamy ważniejsze rodzaje łuków sprężystych: (Pomijamy wiązarki dachowe kształtu sierpowego, które, nie wywierając parcia poziomego na opory, są w istocie belkami, a tylko kształtem swym przypominają zeskłady łukowe. Górny i dolny pas takiej belki są zakrzywione w łuki o różnych promieniach i połączone wykratowaniem lub blachą; jedna z podpór zaś w kierunku poziomym jest ruchoma.)

a) Łuk o 3-ch przegubach, t. j. 2-ch oporowych i 1-m kluczowym, jest właściwie zeskładem rozporowym, o zakrzywionych rozporach. Biorąc każdą połowę oddzielnie, możemy dla każdej ustawić po 3 równania statyczne, razem 6 równań. Nieznanych mamy zaś R_0, R_1, H_0, H_1 w oporach i R_2, H_2, t. j. oddziaływania w przegubie oporowym jednej połowy na drugą, — M_0, M_1, M_2 są zerami z powodu zastosowania przegubów. Znając zaś siły zewnętrzne, działające na każdą połowę, obliczamy każdą z nich jako belkę zakrzywioną, lub wreszcie jako łuk o znanych oddziaływaniach oporowych.

b) Łuk o 2-ch przegubach oporowych, jednym stałym, drugim ruchomym, lecz złączonym z pierwszym za pośrednictwem ściągu, przedstawia się pozornie jako belka, której pas górny stanowi łuk, dolny zaś ściąg. Braknie jedynie wykratowania, które zastępuje nam sztywność górnego pasa, t. j. właściwego łuku. Oddziaływania zewnętrzne na całość zeskładu możemy oznaczyć z 3-ch równań statycznych, bo M_0, M_1 i H_1 są zerami. Znając jednakże oddziaływania zewnętrzne H_0, R_1, R_2, nie możemy jeszcze obliczyć łuku, bo natężenie ściągu powoduje jeszcze dodatkowe, nieznane H_s. Aby oznaczyć owe nieznane H_s, musimy uciec się do równań odkształceń sprężystych. Jeżeli przekrój ściągu jest F, a długość 2l, to wydłużenie połowy ściągu równa się:

$$\Delta l_s = l \frac{H_s}{FE} \ldots \ldots \ldots (34).$$

Obliczając odkształcenia długości dla wszystkich sił zewnętrznych (łącznie z oddziaływaniami oporowemi i nieznanem H_s) dla obydwóch połówek łuku i oznaczając odkształcenia lewej połowy przez litery kreskowane, otrzymamy potrzebne równanie z warunku: Powiększenia się rozpiętości łuku i ściągu muszą być sobie równe:

$$\Sigma\Delta l + \Sigma\Delta l' = 2\Delta l_s = 2l \frac{H_s}{FE} \ldots \ldots (35).$$

c) Łuk o 2-ch przegubach oporowych, stałych. Nieznane oddziaływania oporowe są: H_0, H_1, R_0, R_1, ponieważ M_0 i M_1 są zerami. Braknie nam jednego równania, które otrzymamy z warunku, że rozpiętość łuku jest niezmienna, czyli że suma jej odkształceń równa zeru:

$$\Sigma\Delta l + \Sigma\Delta l' = 0 \ldots \ldots (36).$$

Wpływ temperatury możemy w danym wypadku zastąpić dodatkowem parciem H_t, które otrzymamy równając zeru sumę dwóch Δl. obliczonych dla $\tau - \tau_0$ podług wzoru (33) i dla H_t podług wzoru (31) lub (32), np. dla łuku półkołowego: $l = r$

$$\Delta l_t + \Delta l_{Ht} = r\frac{\tau - \tau_0}{\eta} - H_t \frac{r^3}{EJ} . \frac{\pi}{4} = 0 \ldots (37)$$

$$H_t = \frac{EJ}{r^2 \frac{\pi}{4}} . \frac{\tau - \tau_0}{\eta} \ldots \ldots (38).$$

Dla żelaznego łuku półkołowego:

$$H_t = 0{,}00001564 \frac{EJ}{r^2} (\tau - \tau_0) \ldots (39).$$

Wpływ temperatury na łuk wspomniany pod literą *b*), o ile temperatury ściągu i łuku są równe, nie powoduje natężeń dodatkowych — o ile jednakże zachodzi pewna różnica temperatury, np. przy wiązarkach dachowych, w których łuk więcej wystawiony na wpływy temperatury zewnętrznej niż ściąg, powstaną pewne natężenia dodatkowe. Siła H_t w danym razie działa nietylko na łuk, lecz i na ściąg. Do wzoru (37) wypadałoby dodać wyraz: $-\frac{H_t}{FE} . r$ i potem dopiero zrównać go zeru, przyczem τ byłoby temperaturą łuku, τ_0 temperaturą ściągu.

d) Łuk bez przegubu, osadzony stale w oporach. Nieznanych oddziaływań oporowych jest 6, t. j. H_0, H_1, R_0, R_1, M_0, M_1. Braknie 3 równań, które otrzymamy z warunków: Rozpiętość nie zmienia się:

$$\Sigma\Delta l + \Sigma\Delta l' = 0 \ldots \ldots (40).$$

Względna wysokość oporów niezmienna:

$$\Sigma\Delta h - \Sigma\Delta h' = 0 \ldots \ldots (41).$$

Kierunek stycznej w oporach niezmienny:

$$\Sigma\Delta\alpha + \Sigma\Delta\alpha' = 0 \ldots \ldots (42).$$

Wzory te są o tyle ścisłe, o ile kąt pochylenia stycznej nie odkształci się nadmiernie.

e) Łuk z przegubem w kluczu, osadzony w oporach. Oprócz powyższych 6-iu oddziaływań oporowych wypada wprowadzić jeszcze 2 oddziaływania w przegubie, jednej połowy na drugą. Ustawiając równanie dla każdej połowy oddzielnie, otrzymamy $2 \times 3 = 6$ równań statycznych, a 2 brakujące równania otrzymamy z warunków zeskładu, przyczem dla każdej połowy początek spółrzędnych przyjmiemy w oporze, a styczną w oporze jako oś rzędnych:

1) Przegub prawej i lewej strony przesuwa się o równą długość *f*, chociaż kierunku przesunięcia nie znamy.

$$f^2 = (\Sigma\Delta l)^2 + (\Sigma\Delta h)^2 = (\Sigma\Delta l')^2 + (\Sigma\Delta h')^2 \ldots (43).$$

2) Jeżeli kierunek przesunięcia tworzy z osiami rzędnych kąty δ, odnośnie δ', to:

$$\delta + \delta' = (\pi - 2\alpha)$$

$$\operatorname{tg}\delta = \frac{\Sigma\Delta h}{\Sigma\Delta l}; \quad \operatorname{tg}\delta' - \frac{\Sigma\Delta h'}{\Sigma\Delta l'};$$

mamy więc drugie równanie:

$$\operatorname{tg}(\pi - 2\alpha) = -\operatorname{tg} 2\alpha = \operatorname{tg}\delta + \delta' = \frac{\operatorname{tg}\delta + \operatorname{tg}\delta'}{1 - \operatorname{tg}\delta . \operatorname{tg}\delta'}$$

$$\operatorname{tg} 2\alpha = -\frac{\frac{\Sigma\Delta h}{\Sigma\Delta l} + \frac{\Sigma\Delta h'}{\Sigma\Delta l'}}{1 - \frac{\Sigma\Delta h}{\Sigma\Delta l} . \frac{\Sigma\Delta h'}{\Sigma\Delta l'}} \ldots \ldots (44).$$

Zamiast równań (43) i (44), dogodniejsze będą równania wyprowadzone z zasady, że w wieloboku zamkniętym każdy bok równa się sumie rzutów boków pozostałych na niego. $\Sigma\Delta l$, $\Sigma\Delta h$, $\Sigma\Delta h'$, $\Sigma\Delta l'$ tworzą podobny czworobok zamknięty,

o wspólnej przekątni, równej przesunięciu f, o 2-ch kątach prostych, naprzeciw tejże przekątni położonych i o kącie 2α, między $\Sigma \Delta h$ a $\Sigma \Delta h'$. Równania pożądane będą:

$$\left.\begin{aligned} \Sigma \Delta l &= -\Sigma \Delta l' \cos 2\alpha + \Sigma \Delta h' \sin 2\alpha \\ \Sigma \Delta l' &= -\Sigma \Delta l \cos 2\alpha + \Sigma \Delta h \sin 2\alpha \end{aligned}\right\} \quad . \quad . \quad . \quad (45).$$

§ 12. *Przykład obliczenia.* Łuk sprężysty, żelazny, półkołowy, o 2-ch przegubach oporowych, rozpiętości 20 *m* (2000 *cm*) stanowi wiązarek dachowy, dźwigający 5 beleczek podłużnych, rozmieszczonych w równych odstępach, tak że między każdemi 2-a sąsiedniemi leży łuk 30°.

Diagram obciążeń przedstawia fig. 2, a mianowicie liczono w każdym punkcie oparcia beleczek:

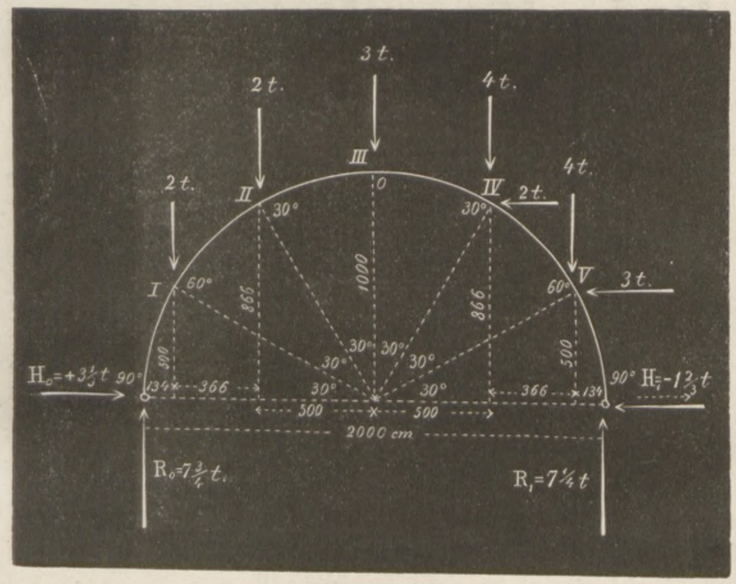
po 2 tony na ciężar własny konstrukcyi i dachu;

po 2 tony jako obciążenie śniegiem prawej połowy wiązarka;

po 2 odnośnie 3 tony na siłę parcia wiatru od strony prawej.

Część lewą przyjęto jako nieobciążoną śniegiem, który mógł z tej strony być zwianym lub zrzucanym,— wiatr zaś z natury rzeczy prze tylko z jednej strony.

Fig. 2.



Oprócz tego rozkładu obciążenia wypadałoby obliczyć jeszcze wiązarek dla następujących rozkładów obciążenia:

1) Cały wiązarek obciążony śniegiem—bez wiatru.

2) Cały wiązarek obciążony śniegiem — wiatr z jednej strony.

3) Prawa strona obciążona śniegiem — lewa wiatrem.

4) Obciążenie tylko wiatrem jednostronnie, bez śniegu.

Z pięciu tych obliczeń wypadałoby potem dla każdego przekroju wybrać najniebezpieczniejszy moment i parcie stosownie do nich oznaczyć wymiary przekroju.

Ponieważ metoda obliczeń pozostaje ta sama, podamy, jako przykład, tylko obliczenie dla obciążenia wskazanego diagramem.

Równanie odkształceń podług (36):

$$\Sigma \Delta l + \Sigma \Delta l' = 0.$$

Dla łuku półkołowego znajdujemy odkształcenia Δl we wzorach:

17-tym: $\quad \Delta l = -Q \cdot \frac{r^2}{EJ} \cdot \sin^2 \beta$

25-tym: $\quad \Delta l = +R \cdot \frac{r^3}{EJ} \cdot \frac{1}{2}$

30-tym: $\quad \Delta l = -T \frac{r^3}{EJ} \cdot \frac{1}{2} \times (\beta - \sin\beta \cos\beta)$

32-im $\quad \Delta l = +H \cdot \frac{r^3}{EJ} \cdot \frac{\pi}{4}.$

Sumując wszystkie Δl i równając sumę ich zeru, będziemy mogli usunąć z równania spółczynnik wspólny wszystkim wyrażeniom, t. j. ilość $\frac{r^3}{EJ}$, dzieląc przez nią równanie, poczem równanie przedstawi się w kształcie:

$$-\Sigma(Q \sin^2\beta) + \tfrac{1}{2}\Sigma R - \Sigma[T \cdot \tfrac{1}{2}(\beta - \sin\beta\cos\beta)] - \frac{\pi}{4}\Sigma H = 0.$$

$$-\frac{\pi}{2} \cdot \Sigma H + \Sigma R = 2\Sigma(Q\sin^2\beta) + \Sigma[T(\beta - \sin\beta\cos\beta].$$

Dla β mamy w danym wypadku 2 wartości:

$$\beta = 30^0;\ \sin\beta = \tfrac{1}{2};\ \sin^2\beta = \tfrac{1}{4};\ \cos\beta = \sqrt{\tfrac{3}{4}};\ \beta = \frac{\pi}{6}$$

$$\beta = 60^0;\ \sin\beta = \sqrt{\tfrac{3}{4}};\ \sin^2\beta = \tfrac{3}{4};\ \cos\beta = \tfrac{1}{2};\ \beta = \frac{\pi}{3}.$$

Po wprowadzeniu wartości równanie brzmieć będzie:

$$-\frac{\pi}{2} \cdot (H_0 + H_1) + (R_0 + R_1) = (2t + 4t) \cdot \tfrac{1}{4} + (2t + 4t)\tfrac{3}{4} + 3t \cdot 0 + $$
$$+ 2t\left(\frac{\pi}{6} - \tfrac{1}{2} \cdot \sqrt{\tfrac{3}{4}}\right) + 3t\left(\frac{\pi}{3} - \tfrac{1}{2}\sqrt{\tfrac{3}{4}}\right)$$

$$H_0 + H_1 = \frac{-(6 + \tfrac{4}{3}\pi - \tfrac{5}{2} \cdot \sqrt{\tfrac{3}{4}})t + (R_0 + R_1)}{\frac{\pi}{2}}$$

I) $\quad H_0 + H_1 = \frac{(R_0 + R_1) - 12{,}354 \text{ t.}}{1{,}571}.$

Nadto równania statyczne:

II) $\quad (R_0 + R_1) = (2 + 2 + 3 + 4 + 4)\,t = 15$ ton.

III) $\quad H_1 + 3t + 2t - H_0 = 0$

czyli: $\quad H_0 - H_1 = +5t.$

IV) Moment około środka koła zrównany zeru:

$$r\left[R_1 - R_0 + 3t \cdot \tfrac{1}{2} + 2t \cdot \sqrt{\tfrac{3}{4}} + 2t\sqrt{\tfrac{3}{4}} + 2t \cdot \tfrac{1}{2} - 4t \cdot \tfrac{1}{2} - 4t\sqrt{\tfrac{3}{4}}\right] = 0.$$

$$R_0 - R_1 = \tfrac{1}{2}\,t.$$

Z II) i IV) mamy: $\quad R_0 = 7\tfrac{3}{4}$ t.; $\quad R_1 = 7\tfrac{1}{4}$ tony.

Z I) i II mamy: $\quad H_0 + H_1 = \frac{15\,t - 12{,}354\,t}{1{,}571} = 1{,}68$ ton.

III) jest: $\quad H_0 - H_1 = 5$ ton

z czego: $\quad H_0 = 3{,}34$ tony rot: $3\tfrac{1}{3}$ tony

$\quad H_1 = 1{,}66$ ton rot: $-1\tfrac{2}{3}$ tony.

Znając oddziaływania oporów z łatwością obliczymy momenty wyginające w dowolnym przekroju, np. dla punktów stanowiących podpory beleczek:

$M_0 = M_1 = 0.$

$M_I = 7\tfrac{3}{4} \cdot 134 - 3\tfrac{1}{3} \cdot 500$ . . . . . $= -628$ ton.cm.

$M_{II} = 7\tfrac{3}{4} \cdot 500 - 3\tfrac{1}{3} \cdot 866 - 2.366$ . . $= +356$ „

$M_{III} = 7\tfrac{3}{4} \cdot 1000 - 3\tfrac{1}{3} \cdot 1000 - 2.866 - 2.500 = +5685$ „

$M_{IV} = 7\tfrac{1}{4} : 500 + 1\tfrac{2}{3} \cdot 866 - 4.366 - 3.366 = +1506$ „

$M_V = 7\tfrac{1}{4} \cdot 134 + 1\tfrac{2}{3} \cdot 500$ . . . . $= +1815$ „

Przy innym rozkładzie obciążeń pojedyncze momenty ulegną znacznym zmianom. Obliczywszy wszystkie 5 sposobów obciążenia, podanych powyżej obierzemy:

1) dla oznaczenia przekroju III: liczebnie największy z M_{III};

2) dla obliczenia przekroju II = IV: liczebnie największy z wszystkich M_{II} i wszystkich M_{IV};

3) dla obliczenia przekroju I = V: liczebnie największy z M_I i M_V.

(*C. d. n.*)

O WPŁYWIE TEMPERATURY
NA GRANICE WYBUCHANIA
zapalnych mieszanin gazowych.

PODAŁ

Dr. JAN ROSZKOWSKI.

(Ciąg dalszy[1]).

B) *Wodór i powietrze.*

Tablica 2.

Wodór i powietrze.

Liczba porządkowa doświadczenia	Objętość użytego wodoru	Objętość wodoru i powietrza	Procent objętości wodoru	Ile objętości tlenu przypada na 1 obj. wodoru	Temperatura Cels.	Spostrzeżenia. Wybuch.
			Granica dolna.			
1	9,2	100.2	9,2	2,054	15°	bez wybuchu
2	10,0	105,0	9,5	1,995	„	z płomieniem
3	10,8	100,0	10,8	1,642	„	wybuch
4	12,4	101,0	12,3	1,500	„	silny
			Granica górna.			
5	60,0	99,0	61,0	0,1365	15°	silny
6	63,2	99.8	63,4	0,1202	„	silny
7	64.8	100,2	64,7	0,1147	„	z płomieniem
8	65.0	100,0	65,0	0,1130	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	9,2	100,2	9.2	2.054	100°	bez wybuchu
2	9,5	100,4	9,5	2,009	„	z płomieniem
3	9,6	100,0	9,6	1,977	„	wybuch
4	10,8	100,0	10,8	1,642	„	silny
			Granica górna.			
5	65,6	100,7	65,1	0,1123	100°	silny
6	67,4	99,6	67,7	0,1003	„	wybuch
7	68,0	100,6	68,2	0,1000	„	słaby
8	68,2	99,5	68,5	0,0963	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	9,5	101,2	9,4	2,0263	200°	bez wybuchu
2	9,6	100,0	9,6	1,977	„	słaby
3	10,6	100,0	10.6	1,751	„	wybuch
4	10,8	100,0	10,8	1,642	„	silny
			Granica górna.			
5	68,2	99,5	68,5	0,0963	200°	silny
6	70,2	101,2	69,2	0,0938	„	wybuch
7	72,2	100,2	72,1	0,0814	„	z płomieniem
8	73,0	100,8	72.4	0,0794	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	9,6	104,6	9,2	2,071	300°	bez wybnchu
2	9,6	100,0	9.6	1,977	„	wybuch
3	10,8	100,2	10.8	1,662	„	wybuch
4	11,2	99,4	11,3	1,653	„	silny
			Granica górna.			
5	73,0	100.8	72,4	0,0794	300°	silny
6	77,8	100,0	77,8	0.0599	„	silny
7	79.6	100,4	79,3	0,0548	„	z płomieniem
8	80,0	100,2	79,8	0,0530	„	bez wybuchu

W mieszaninie wodoru z powietrzem, przy nadmiarze powietrza, nie można zauważyć działania podwyższonej temperatury na granicę *dolną*; natomiast działanie to na granicę *górną* jest znaczne: np. przy temp. 100° podnosi się granica ta o 3,5%, przy temp. 200° o 4%, a przy 300° o 7,24%, tak że granica wybuchania posuwa się razem o 14,7%. Objętość tlenu, przypadająca na 1 obj. gazu zapalnego, zmniejsza się od 0,1147 (przy 15°) do 0,0548 (przy 300°).

C) *Wodór i mieszanina bezwodnika węglowego z tlenem.*

Dla studyów nad wpływem gazu obojętnego (jakim jest CO_2) na zdolność wybuchania wodoru oznaczyłem także granice wybuchowe wodoru z mieszaniną tlenu i bezwodnika węglowego w stosunku objętościowym 21 : 79%. Mieszanina taka jest niejako powietrzem atmosferycznem, w którem jednakowoż cała ilość azotu zastąpiona została taką samą objętością bezwodnika węglowego. Ta mieszanina, zmieniająca się, jak wiemy, ustawicznie co do składu chemicznego, zawierała przed doświadczeniem 20,4% obj. tlenu, po doświadczeniach zaś 21,6% obj. tlenu, resztę stanowił bezwodnik węglowy prócz 2% azotu.

Tablica 3.

Wodór i mieszanina bezwodnika węglowego z tlenem.

$CO_2 : O_2 = 79 : 21$.

Liczba porządkowa doświadczeń	Objętość użytego wodoru	Objętość wodoru i mieszaniny CO_2+O_2	Procent objętości wodoru	Ile objętości tlenu przypada na 1 obj. wodoru	Temperatura Cels.	Spostrzeżenia. Wybuch
			Granica dolna.			
1	10,8	92,2	11,7	1,581	15°	bez wybuchu
2	11,6	96.0	12,1	1.525	„	dwa płomienie
3	11,2	85,4	13,1	1,391	„	słaby
4	14,2	100,0	14,2	1,268	„	wybuch
			Granica górna.			
5	63.0	99.4	63,1	0,1219	15°	wybuch
6	67,0	99,4	67,4	0,1014	„	wybuch
7	67,6	99,2	68,1	0,0981	„	słaby z płomieniem
8	68,2	99.6	68,5	0,0960	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	11,4	100,0	11.4	1,631	100°	bez wybuchn
2	10.8	92.2	11.7	1.581	„	dwa płomienie
3	11,6	96.0	12,1	1,525	„	wybuch
4	13,4	98,8	13,5	1,338	„	wybuch
			Granica górna.			
5	67,0	99,4	67,4	0,1014	100°	wybuch
6	67,6	99,2	68.1	0.0981	„	dwa płomienie
7	68,0	98,4	69,1	0,0938	„	słaby z płom.
8	69,4	100,0	69,4	0,0926	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	12,4	99,8	12,5	1,475	200°	bez wybuchu
2	12,8	100,0	12,8	1,430	„	z płomieniem
3	11,2	85,4	13.1	1,391	„	wybuch
4	12,8	90,8	14,1	1,273	„	wybuch
			Granica górna.			
5	63,0	99,4	63,1	0,1219	200°	wybuch
6	64,4	100,0	64.4	0,1160	„	z płomieniem
7	62,0	95,2	65,1	0,1127	„	słaby z 2 płom.
8	65,0	99,2	65,5	0,1104	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	13,4	98,8	13,5	1,338	300°	bez wybuchu
2	13,6	99,0	13,7	1,378	„	słaby z 2 płom.
3	12,8	90,8	14,1	1,273	„	z płomieniem
4	15,8	101,0	15,6	1,134	„	wybuch
			Granica górna.			
5	58,2	100,0	58,2	0,1506	300°	silny
6	60,8	100,6	60,7	0,1388	„	wybuch
7	61,0	99,8	61,1	0,1334	„	z płom.
8	61,6	100,4	61,2	0,1322	„	bez wybuchu

Okazuje się tu, że granice wybuchania po temperaturę 100° oddalają się, przytem górna granica (jak to miało miejsce przy powietrzu) bardziej niż dolna; począwszy od temp. 100° zwężały się te granice ze wzrostem temperatury, tak że mieszanina która przy temp. 15° względnie 100° wybuchała, teraz przy temp. 200° już nie była zapalną; wreszcie mieszanina, która wybuchała przy temp. 200°, teraz nie dała się już przy temp. 300° zapalić.

[1]) Por. zesz. styczniowy Przegl. Techn. z r. b., str. 3.

Pokazało się, że wpływ bezwodnika węglowego, jako środka rozcieńczającego, o wiele bardziej obniża granice wybuchania aniżeli azot [1]), jak to już wielokrotnie skonstatowano. Opadanie tych granic przy temperaturach po nad 100° jest zjawiskiem uwagi godnem, i ma swą przyczynę może w reakcyach, zmieniających skład mieszanin.

Wiele mieszanin, leżących blisko granicy, które już przy temperaturze pokojowej wybuchały, ogrzewałem do temp. 200° względnie 300° i ochładzałem je na nowo, nie przepuszczając przez nich iskry induktora; odtąd *traciły one zdolność wybuchania*. Ogrzewałem np. mieszaniny, zawierające co do objętości 68%, 68,4%, 11,1% i 10,6% wodoru do temperatury 200°. Zdaje się, że ma tu miejsce powolne spalanie się wodoru i tym sposobem zmniejsza się ilość mieszaniny wybuchającej. Niektóre z takich mieszanin, które rozgrzewałem do temp. 200° względnie 300° nie przepuszczając iskry, analizowałem po ostygnięciu. W obec małej ilości użytego gazu, nie należy do wyniku takich rozbiorów przykładać zbyt wielkiej wagi; każą się one domyślać, że ma tu miejsce powolne spalanie wodoru i równoczesne wytwarzanie się tlenku węgla w skutek dysocyacyi czyli rozsprzęgania się bezwodnika węglowego. Że taka dysocyacya przy temperaturach względnie niskich może się odbywać, zauważyli to w swych pracach następujący badacze: *Berthelot* [2]), *Gautier* [3]), *Hoffmann* [4]), *Saint-Claire-Deville* [5]), *Backer* [6]) i inni. Zbadania jednak tych okoliczności zaniechałem, gdyż daleko bowiem odwiodłoby mnie to od celu pracy niniejszej.

II. Doświadczenia z tlenkiem węgla.

A) Tlenek węgla i tlen.

Analizę użytego tlenku węgla wykonano według dwóch metod:

1) przez absorbcyą rozczynem chlorku miedzi w kw. solnym, jako też

2) przez spalenie z powietrzem, oczyściwszy gaz od możliwych śladów tlenu za pomocą rozczynu pyro-gallolu.

Przeciętna zawartość tlenku węgla wynosiła co do obj. 98,5%.

Zarówno ten gaz, jako też wszystkie inne, służące do tego doświadczenia, analizowano kilkakrotnie w ciągu doświadczeń i okazały się niezmienionymi.

Szczegóły doświadczeń wyrażone są na tabl. 4.

Tablica 4.

Tlenek węgla i tlen.

Liczba porządkowa doświadczenia	Objętość użytego tlenku węgla	Objętość tlenku węgla i tlenu	Procent objętości zawartego tlenku węgla	Ile objętości O przypada na 1 obj. CO	Temperatura Cels.	Spostrzeżenia. Wybuch.
			Granica dolna.			
1	15,4	100,2	15,4	5.506	15°	bez wybuchu
2	15,6	100,0	15,6	5,410	„	z płomieniem
3	16.0	98,2	16.2	5.137	„	wybuch
4	19,0	102,0	18,6	4,368	„	silny
			Granica górna.			
5	92,0	99,6	92,0	0.0826	15°	silny
6	92,8	100,0	92.8	0,0755	„	wybuch
7	93,8	100,0	93,8	0.0660	„	wybuch
8	93,2	99,0	94,1	0,0618	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	14,4	100,0	14,4	5,944	100°	bez wzbuchu
2	14,6	99,0	14,7	5,780	„	wybuch
3	15,4	100.2	15,3	5,506	„	wybuch
4	16,0	98,2	16,2	5,137	„	wybuch
			Granica górna.			
5	92,8	100,0	92,8	0,0775	100°	wybuch
6	93,8	100,0	93.8	0.0660	„	wybuch
7	94,6	100.0	94,6	0,0570	„	wybuch
8	94 8	100,0	94,8	0,0548	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	14,0	100,2	13,9	6,157	200°	bez wybuchu
2	14,4	100,0	14.4	6,013	„	z płomieniem
3	15,2	100,2	15,2	5,592	„	wybuch
4	16,0	100,0	16,0	5,252	„	wybuch
			Granica górna.			
5	93,2	99,0	94,1	0,0618	200°	wybuch
6	94,8	100,0	94,8	0,0548	„	wybuch
7	95,6	100,4	95,2	0,0502	„	słaby
8	95,4	100,0	95,4	0.0482	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	23,8	100.0	23,7	3,159	300°	bez wybuchu
2	24,2	100,2	24,1	3,140	„	słaby z płomieniem
3	24,6	99,8	24,6	3,057	„	wybuch
4	26,4	100,0	26,4	2,787	„	wybuch
			Granica górna.			
5	90,0	100,2	89,8	0,1133	300°	wybuch
6	92,0	99,6	92,0	0.0826	„	słaby
7	91,8	99,2	92,5	0,0806	„	słaby z płomieniem
8	92.8	100,0	92,8	0.0775	„	bez wybuchu

Z tablicy 4-ej okazuje się, że najwyższa domieszka tlenu, przy której wybuch ma jeszcze miejsce, wynosi 5,410 na 1 obj. tlenku węgla, to znaczy 10,8 razy więcej niż ilość teoretyczna; najmniejsza konieczna ilość tlenu jest 0,066.

Wyraziwszy to w odsetkach, powiemy, że granica zapalności przy temp. 15° rozciąga się od 15,6 — 93,8%.

Wzrost temperatury włącznie do 200° pociąga za sobą oddalanie się granic wybuchania, różnica przy temperaturze do 100° wynosi 0,9%, od temp. 100° aż do 200° wynosi 0,4%. Przy temp. 300° granice wybuchania opadają, jak się zdaje w skutek powolnego łączenia się gazów. Granicznymi wartościami dla tlenu są objętościowo 0,0806 i 3,140; ilość zawartego tlenku węgla w mieszaninach wynosi na objętość 21,4% i 92,5%.

B) Tlenek węgla i powietrze.

Tablica 5.

Tlenek węgla i powietrze.

Liczba porządkowa doświadczenia	Objętość użytego tlenku węgla	Objętość tlenku węgla i powietrza	Procent objętości zawartego tlenku węgla	Ile objętości tlenu przypada na 1 obj. tlenku węgla	Temperatura Cels.	Spostrzeżenia. Wybuch.
			Granica dolna.			
1	14,2	100,6	14,1	1,277	15°	bez wybuchu
2	14,2	99,0	14,3	1,253	„	słabe spalenie
3	15,2	100,2	15,1	1,174	„	z płomieniem
4	17,6	100,0	17,6	0.983	„	silny
			Granica górna.			
5	64,8	100,0	64,8	0.1140	15°	silny
6	72,8	99,0	73,5	0,0755	„	wybuch
7	74,6	100,0	74.6	0,0715	„	wybuch
8	74,8	100,0	74,8	0,0707	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	13,0	100,2	13,0	1,408	100°	bez wybuchu
2	13,2	100.0	13,2	1,380	„	słaby z 2 płom.
3	13,6	99,0	14,7	1,318	„	wybuch
4	16,8	101,0	16.6	1,052	„	silny
			Granica górna.			
5	74,6	100,0	74,6	0,0715	100°	silny
6	76,6	99.5	76,9	0,0627	„	wybuch
7	77,0	99,8	77,2	0,0621	„	wybuch
8	77,8	100,2	77,6	0,0604	„	bez wybuchu

[1]) *E. v. Meyer*, Journ. für prakt. Chemie N. 13 str. 125, jako też *A. Wagner*, Beyer. Industr. u. Gewerbe-Blatt 1879, str. 197

[2]) *Berthelot*, Bull. soc. chim. XII str. 90 i 104; Annal. de chim. et phys. (5) X, str. 72; Compt. rend. CX 12, str. 609.

[3]) *Gautier*, J. B. 1869, str. 24.

[4]) *Hoffmann* u. *Buff*, Lieb. Annal. CXIII, str. 129 i *Hoffmann*, Sitzungsber. der preuss. Akademie der Wissensch. 1890, tom 10, 11, 12.

[5]) *Deville*, Compt. renh. LX, str. 317.

[6]) *Burton-Backer*, Chem. soc. Journ. 47, str. 349.

Liczba porządkowa doświadczenia	Objętość użytego tlenku węgla	Objętość tlenku węgla i powietrza	Procent objętości zawartego tlenku węgla	Ile objętości tlenu przypada na 1 obj. tlenku węgla	Temperatura Cels.	Spostrzeżenia. Wybuch.
			Granica dolna.			
1	12,2	100,0	12,2	1,510	200°	wybuch
2	12,6	100,2	12,5	1.459	„	słaby z 2 płom.
3	13,0	100,2	13,0	1,408	„	słaby
4	13,6	99,0	13,7	1,318	„	wybuch
			Granica górna.			
5	74,8	100,0	74,8	0,0707	200°	silny
6	77,8	100,2	77,6	0,0604	„	wybuch
7	80,4	100,0	80,4	0,0512	„	słaby
8	80,5	99,8	80,6	0.0503	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	20,8	101,1	20,6	0,809	300°	bez wybuchu
2	21,0	100.0	21,0	0,790	„	z płomieniem
3	22,4	100,8	22,2	0,735	„	wybuch
4	23,8	100,0	23,8	0,672	„	silny
			Granica górna.			
5	50,4	100,6	50.0	0,2091	300°	silny
6	58,0	101,1	57,4	0,1557	„	słaby
7	58.0	101,2	57,4	0,1556	„	słaby
8	58.0	100,0	58,0	0,1520	„	bez wybuchu

Mieszaniny wybuchowe tlenku węgla i powietrza, leżące na granicy, okazują, że wpływ azotu jako środka rozcieńczającego nie różni się w zasadzie od wpływu tlenu. Po temperaturę 200° granice wybuchowe oddalają się; przy temp. 300° spadają znacznie. Granica zewnętrzna oddaliła się o 1,1% w temp. aż do 100°; w temp. od 100 — 200° oddaliła się jeszcze o drugie 1,1%; potem zaś przy temp. 200 — 300° spadła o 6,7%. Granica wewnętrzna okazuje następujące wahania: o temp. do 100° oddala się o 2,6%, od 100—200° oddala się o dalsze 3,2% i odtąd aż po temp. 300° spada o 17,2%. Jak w ogóle stale przy użyciu powietrza, różnice są w granicy *górnej* znaczniejsze, ponieważ dana różnica w ilości tlenu, zawartego w mieszaninach, wywołuje pięć razy tak wielką zamianę w zawartości powietrza.

C) Tlenek węgla i mieszanina bezwodnika węglowego z tlenem.

Tablica 6.

Tlenek węgla i mieszanina bezwodnika węglowego z tlenem

($CO_2 : O = 79$ v : 21 v.).

Liczba porządkowa doświadczenia	Objętość użytego tlenku węgla	Objętość tlenku węgla i mieszaniny CO_2+O	Procent objętości zawartego tlenku węgla	Ile objętości tlenu przypada na 1 obj. tlenku węgla	Temperatura Cels.	Spostrzeżenia. Wybuch.
			Granica dolna.			
1	21,5	99,6	21,6	0.7628	15°	bez wybuchu
2	21 4	97,4	21,9	0,7456	„	powolne spalenie
3	21,8	98,2	22,1	0,7359	„	z płomieniem
4	23,0	97,4	23,4	0.6676	„	wybuch
			Granica górna.			
5	62.0	95.2	65,1	0.1124	15°	silny
6	70.8	98,6	71,7	0,0824	„	z płomieniem
7	70,8	97,6	72,5	0,0794	„	słaby z 2 płom.
8	73,0	99,8	73,1	0,0770	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	20.0	99,8	20,0	0.8379	100°	bez wybuchu
2	20,8	102,6	20.2	0,8258	„	powolne spalenie
3	20.4	99,2	20,5	0,8111	„	z płomieniem
4	21,4	97,4	21,9	0,7456	„	wybuch
			Granica górna.			
5	70,8	98,6	71,7	0,0824	100°	silny
6	70,2	94.5	74,5	0,0726	„	słaby z płomieniem
7	75,0	100,2	74,8	0,0705	„	słaby z płomieniem
8	75,0	99,8	75,1	0,0694	„	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	25,0	98,8	25,3	0,6199	200°	bez wybuchu
2	27,0	103,6	26,0	0,5958	„	powolne spalenie
3	27,0	97,0	27.8	0,5444	„	powolne spalenie
4	27,2	96,4	28,8	0,5342	„	słaby
			Granica górna.			
5	61,8	100,0	61,8	0,1297	200°	silny
6	69,0	100,0	69,0	0,0943	„	słaby
7	66,8	95,4	70,0	0,0900	„	z 2 płomieniami
8	70,4	100,0	70,4	0,0883	„	bez wybuchu
			Granica dolna			
1	35,8	98,8	36,2	0,3611	300°	bez wybuchu
2	38,0	99,8	38,0	0,3416	„	bez wybuchu
3	38,2	99,8	38,2	0,3386	„	słaby z płomieniem
4	40,0	100,0	40,0	0,3150	„	z płomieniem
			Granica górna.			
5	51,5	100,0	51,0	0,2010	300°	silny
6	54,2	100,0	54,2	0,1774	„	silny
7	64,0	101,6	62,9	0,1233	„	słaby z 2 płom.
8	57,0	89,8	63,4	0,1208	„	bez wybuchu

Zawartość tlenu w mieszaninie przed rozpoczęciem szeregu doświadczeń wynosiła objętościowo 21,5%, po ich ukończeniu 19,6%, przeciętnie więc 20,6%. Granice są tu znacznie ciaśniejsze niż przy doświadczeniach z powietrzem atmosf.; okazał się tu znowu również szkodliwy wpływ bezwodnika węglowego. W temperaturze do 100° odsunęły się granice wybuchania: granica górna o 17%, dolna o 2,3%, aby przy dalszem ogrzewaniu od 100° do 200° znów opaść, mianowicie o 4,1% względnie o 2,5%, od 200° — 300° obniżyć się o 16,1% względnie 9,6% obj.

Powodu zjawiska tego szukać prawdopodobnie należy również w powolnem łączeniu się tlenu z tlenkiem węgla. Mieszaniny, zawierające objętościowo 25,3, 26,6, 27,1, 71,7% tlenku węgla, które przy temperaturze zwyczajnej wszystkie wybuchały, teraz już nie wybuchały, jeżeli je poprzednio rozgrzano do temp. 300°.

Rezultat ten potwierdziła również analiza zawartości w bańce, wedle której ilość tlenku węgla się zmniejszała, zaś ilość bezwodnika węglowego wzrastała. Przy powolnem łączeniu się gazów można było obserwować szczególne zjawisko w obrębie prądu iskier, a mianowicie jaśniejącą błękitną obwódkę na około drutów. Często po wystąpieniu zjawiska tego, miał miejsce nadto słaby wybuch, co na tablicach wyrażone jest słowami: „słaby (wybuch) z 2 płomieniami.

III. Doświadczenia z gazem bagiennym (metanem).

A) Gaz bagienny (błotny) i tlen.

Skład użytego metanu był następujący: tlenu (odp. 3% obj. powietrza atmosferycznego) było 0,6%, domieszek pochłonionych przez brom 0,5%, samego metanu (oznaczonego przez wybuch) 96% obj:

Przy spaleniu z powietrzem nad drutem palladu skonstatowano *nieobecność* nawet najmniejszych ilości *wodoru.*

Tablica 7.

Gaz bagienny i tlen.

Liczba porządkowa doświadczenia	Objętość użytego metanu	Objętość metanu i tlenu	Procent objętości zawartego metanu	Ile tlenu przypada na 1 obj. metanu	Temperatura Cels	Spostrzeżenia. Wybuch.
			Granica dolna.			
1	6,4	106,4	6,0	15,625	15°	bez wybuchu
2	6,4	100,4	6,4	14,687	„	z płomieniem
3	7,2	106,2	6,7	13,750	„	z płomieniem
4	7,4	99,6	7,4	12,459	„	z płomieniem
			Granica górna.			
5	57,4	102,2	56,2	0,7803	15°	z płomieniem
6	57,0	100,0	57,0	0,7561	„	z płomieniem
7	57,2	100,0	57,2	0,7517	„	słaby z płomieniem
8	57,6	100,4	57,4	0,7469	„	bez wybuchu

			Granica dolna.			
1	6.0	104.0	5,7	16,333	100°	bez wybuchu
2	6,0	100,0	6,0	15,666	,,	wybuch
3	6,4	100,4	6,3	14,687	,,	silny
4	7,2	106,2	6,7	13,750	,,	silny
			Granica górna.			
5	57,8	102,0	56,6	0,7647	100°	silny
6	57,2	100,2	57,2	0,7517	,,	wybuch
7	57,4	100,2	57,2	0,7496	,,	z płomieniem
8	58,0	101.0	57,4	0,7413	,,	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	5,2	100,0	5,2	18,230	200°	bez wybucha
2	5,6	100,0	5,6	16.857	,,	z płomieniem
3	6.0	100,0	6,0	15.666	,,	silny
4	7.4	99,6	7,4	12.459	,,	silny
			Granica górna.			
5	56,4	99,0	56,9	0,7730	200°	silny
6	58,0	101,0	57,4	0.7413	,,	silny
7	57,6	100,0	57,6	0,7350	,,	wybuch
8	57,6	99,8	57,8	0.7343	,,	bez wybuchu
			Granica dolna.			
1	5.0	100.8	4,9	19.160	300°	bez wybuchu
2	5,2	100,0	5,2	18,230	,,	z płomieniem
3	5,6	100,0	5.6	16,857	,,	wybuch
4	6,0	100,0	6.0	15.666	,,	wybuch
			Granica górna.			
5	56,4	99,0	56,9	0,7730	300°	wybuch
6	58,0	101.0	57,4	0,7413	,,	wybuch
7	57,6	100.0	57,6	0,7361	,,	z płomieniem
8	58,2	100,2	58,1	0,7216	,,	bez wybuchu

Jak to widzimy z tablicy 7-ej, gaz bagienny aby utworzyć z tlenem mieszaninę wybuchającą, potrzebuje blisko trzeciej części (0,7517 obj.) tej ilości tlenu, która jest konieczną do spalenia się, i znosi blisko 7,3 razy większy nadmiar tlenu niż tego wymaga równanie $CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$.

Przy granicy *dolnej* każde podwyższenie temperatury o 100° pociąga za sobą oddalenie się granicy o 0,4%, natomiast przy granicy *górnej* jest to oddalenie stosunkowo małe. Podwyższenie temperatury ma nieznaczny tylko wpływ na zdolność wybuchania mieszaniny metanu z tlenem.

(*C. d. n.*)

ZAPROWADZENIE
OŚWIETLENIA ELEKTRYCZNEGO
I ODBIÓR URZĄDZENIA STACYI I SIECI ELEKTRYCZNEJ
w cukrowni „Sanniki".

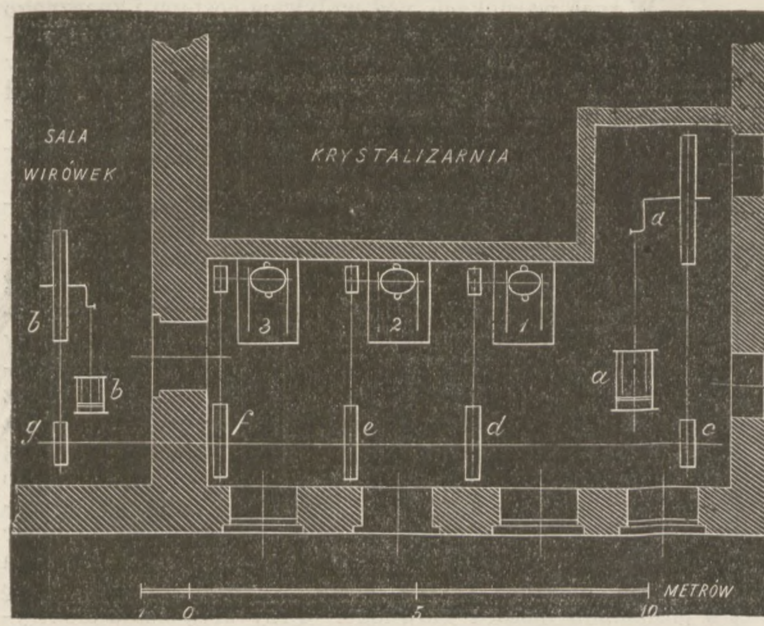
Cukrownia Sanniki wraz z rafineryą, przerabiająca tygodniowo około 50 000 centnarów buraków, a rafinująca w tymże przeciągu czasu około 4000 cent. rafinady, oświetlaną była od lat dwudziestu kilku gazem z węgla kamiennego zagranicznego, spalanym na przeszło 500 palnikach wachlarzowych, kamiennych. Urządzenie gazowni, składającej się z sześciu retort ogniotrwałych i z niewielkiego urządzenia czyszczącego gaz, uchodzący do zbiornika (gasholdera), pozostało w zasadzie takiem samem, jakiem było przy założeniu tej stacyi, obliczonej na potrzebę 300 — 400 płomieni co najwyżej. Otrzymywany gaz był skutkiem tego źle oczyszczony, słaboświecący, duszący, a przy sieci rur łatanej i rozmaicie rozprowadzanej, nieszczelnej, zużycie jego było bardzo znacznem. Remont gazowni coroczny także przedstawiał koszt dość poważny, a coraz bardziej naglącem było wzmocnienie stacyi oczyszczania gazu (według Laminga). Oświetlenie gazowe kosztowało przy 150 — 200-dniowym ruchu (od września do marca lub kwietnia), wraz z remontem, po odliczeniu wartości koksu i smoły, netto od 4000 do 5000 rubli rocznie.

W tych warunkach, pod wpływem postępu i znacznego zniżenia się kosztu urządzeń w elektrotechnice, zarząd cukrowni, mając na uwadze możliwość spożytkowania pary powrotnej, jaką daje motor stacyi elektrycznej, postanowił nie ponosić nakładów na ulepszenie gazowni, lecz oświetlenie gazem zastąpić przez tańsze, a co najmniej równie bezpieczne, światło elektryczne.

Znaczną część kosztu oświetlenia elektrycznego stanowi wartość motoru, do obsługi dynamomaszyn używanego. W cukrowni Sannickiej mieliśmy maszynę parową o średnicy cylindra 350 przy skoku 700 *mm*, z rozprężeniem od 94% do 52% Scholtze, Repphan & C-ie, która poruszała część wirówek „białych". Przy zbadaniu tej maszyny przekonaliśmy się, że przekroje kanałów parowych i wielkość czopów pozwalają na powiększenie liczby obrotów, przepisanych przez fabrykę, z 66 na 92 i że przy tej liczbie obrotów maszyna da nam około 40 koni indykowanych, co wystarczałoby naszej potrzebie. Ponieważ jednocześnie doszliśmy do wniosku, że część owych wirówek można oddać innemu istniejącemu motorowi, część zaś — zapasowej maszyńce mającej cylinder średnicy 250 a skok tłoka 450 *mm*, którą niewielkim kosztem udało się doprowadzić do porządku, więc znaleźliśmy się w posiadaniu motoru głównego. Przy urządzeniu elektrycznem jednak przewidzieć należy i ten jeszcze wypadek, iż motor najlepszy nawet ulega zepsuciu, a światło zawsze na zawołanie być musi. Należy przeto koniecznie mieć drugi motor, zapasowy, choćby nie równej siły z motorem głównym, gdyż w takim wypadku część lampek od biedy daje się wygasić czasowo bez większego dla biegu robót uszczerbku. Po dłuższym namyśle uznano, że ze wszystkich oddziałów fabrykacyi, obsługiwanych przez motory mechaniczne, jeden najłatwiej może być w danym wypadku zatrzymany, bez narażenia na szwank całości robót fabrykacyi; oddziałem tym jest stacya wirówek, na których wykręcane są wrzuty dalsze, celem otrzymania z nich mączek żółtych. Wirówki te prowadzone są przez starą maszynę leżącą, taksowaną na 15 — 16 koni, z napełnieniem całkowitem, dającą około 50 obrotów wału głównego, z którego przez obrotnicę (transmisyę) poruszane są wirówki „żółte" w liczbie sześciu. Maszynę tę, przez wzmocnienie części ruchu, bez zmiany koła, doprowadzono do 82 obrotów na minutę, w skutek czego stała się ona 20—22-konną i mogła służyć za rezerwę na potrzeby stacyi oświetlającej. Jednocześnie zaopatrzono się w regulator czterokulkowy od *Schäfer'a* i *Budenberg'a*.

Punktem wyjścia dla całego urządzenia stacyi było zużycie umiejętne obu maszyn: bagnetowej 30-sto (a następnie 40-sto) konnej, oraz wirówkowej starej 15 — 20-konnej, przy możliwie prostem skombinowaniu obu tych motorów.

Na umieszczenie stacyi maszyn elektrycznych obrano wtedy część krystalizarni, o powierzchni około 67 m^2, oddzieloną murem kamiennym od sali, w której tuż przy ścianie granicznej po drugiej stronie stoi maszyna wirówkowa b, mająca być rezerwą do poruszania dynamoelektrycznych maszyn. Na przeciwległym końcu izby, oddzielonej od krystalizarni, ustawiono motor główny, maszynę bagnetową a. Przez całą szerokość izby, oddanej na stacyę elektryczną, umieszczono wał obrotnicy (transmisyi), którego dwa skrajne koła pasowe c i g odpowiadały dwu maszynom, a środkowe koła d, e, f miały służyć do nadawania ruchu dynamomaszynom. Wał g, f, e, d, c, średnicy 75 *mm*, zawieszony jest u pułapu na 6-u wieszadłach systemu Sellers'a i robi 360 obrotów. W ten sposób zdołano się ograniczyć na jednem tylko przeniesieniu, co z wielu względów jest bardzo korzystnem. Przy projektowaniu postanowiono pomiędzy częściami wału, odpowiadającemi każdej dynamówce 1, 2, 3, umieścić łączniki frykcyjne, aby każdą z dynamówek można było dowolnie poruszać od każdego z motorów. Konstrukcya jednak tych łączników nam się nie udała, gdyż tarcie obrączki, na której się opiera klin, rozpychający sprężyny, o sztelryng, przy 360 obrotach było tak znaczne, że nam pochłaniało dużo pracy. W obec tego łączniki te musiały być zarzucone, a przy obecnem urządzeniu wystarczają na tej stacyi łączniki zwyczajne, mufowe z klinami, za pomocą których jednę z trzech maszyn elektrycznych, mianowice, dynamówkę 3, naprzemian od motoru głównego lub też od pomocniczego puszczać możemy. Znaczenie tego złączania i wyłączania polega na tem, że, gdy przed zmierzchem lub



po nocy maszyna główna staje do smarowania, pomocnicza pędzi jedną dynamówkę, celem otrzymania światła tam, gdzie ono w dzień nawet palić się musi (linia światła dziennego). Motor pomocniczy wystarcza zupełnie na potrzebę światła dziennego. tak, że maszyna bagnetowa może bez trudności we dnie sobie odpoczywać.

Energię elektryczną na potrzebę oświetlenia, wyrównywającego 500 — 600 płomieniom gazowym, obliczono na 200—220 amperów przy 110 woltach, licząc na ewentualny rozwój zakładu z jednej, na oświetlenie podwórza fabrycznego z drugiej strony, wreszcie na nieuchronną rezerwę na przypadek uszkodzenia maszyny dynamoelektrycznej, postanowiono ustawić trzy dynamówki po około 100 amperów każda, pracujące z napięciem około 110 wolt. Odpowiednio do tego założenia, wybrano trzy „dynamo“ budowy pp. *Siemens* i *Halske* w Berlinie, typu gH8, każda po 105 A $\times$ 110 V = 11 550 wattów. Maszynki te, pięknie wykończone, bardzo dokładnej i lekkiej roboty, ważą 980, 980 i 960 *kg*, czyli mają wagę 8,485 i 8,31 *kg* na 100 woltamperów sprawności. Cewka maszynek tych robi obrotów 980, 1020 i 990 na minutę; liczba obrotów dla każdej maszyny wypróbowana i przez berlińską firmę podana, osiąga się przy ściśle jednakowych kołach pasowych pędzących na wale obrotnicy, przez niezupełnie równe otoczenie kół do pasa, stanowiących w każdej maszynce elektrycznej jedną całość ze szpulką.

Zaletami głównemi wybranego typu firmy *Siemens* i *Halske* są: pierwszorzędna dokładność wykończenia przyrządów. noszących znamię zewnętrzne raczej przyrządu dla pracowni fizycznej, niż do użytku fabrycznego, lekkość budowy, niezbyt wielka liczba obrotów, doskonałe i praktyczne urządzenie zbieracza (kolektora) przy zupełnej łatwości i dogodności nastawienia szczotek (za pomocą drąga i klucza bardzo prostego i praktycznego), dalej znakomita izolacya zwojów, dobrze obmyślona wentylacya tychże; na zasadzie wszystkich tych zalet oczekiwano po przyrządach tych bardzo dobrej wydajności, t. j. korzystnej zamiany energii mechanicznej na elektryczną.

Każda z tych maszynek dynamoelektrycznych *Siemensa* i *Halskego* zajmuje miejsce, licząc w fundamencie 1240$\times$1500 *mm*, maszyna sama 1000 $\times$ 1270, ustawioną jest na szynach tak, że w widokach odpowiedniego napięcia pasa daje się na nich przesuwać, co jest ważną bardzo zaletą.

Elektromagnesy przyrządów, o średnicy 380 *mm*, posiadają dwa nawinięcia, maszyny zatem należą do systemu compound: jeden zwój drutu grubego średnicy 6,7 *mm*, z oporem około 0,01 ohma, a drugi, poboczny (shunt), z drutu cienkiego, średnicy 2,5 *mm*, przedstawia opór około 18 ohmów przy 52° C. Zwoje drutu grubego w obydwu elektromagnesach połączone są ze sobą równolegle, cienkiego zaś jeden za drugim. Siła magnetyzująca obu zwojów jest mniej więcej ta sama.

Cewka czyli bobina, złożona z 24 szpulek, obraca się przy przepisanej liczbie obrotów z szybkością około 14,3 *m* na sekunę dla punktów, na obwodzie leżących. Opór bobiny, mierzony pomiędzy szczotkami, wynosi około 0,04 ohma.

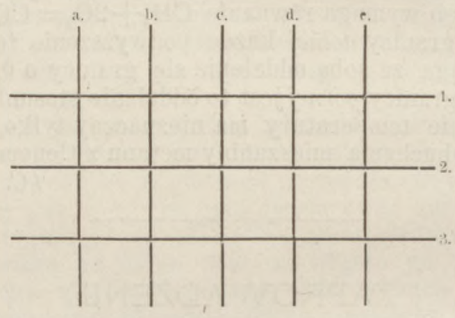
Zbieracz czyli kolektor zrobiony jest z żelaza. Prąd zbierają trzy szczotki z każdej strony, każda po 23 *mm* szerokości.

Szczotki, jak powiedziano wyżej, nastawiają się z łatwością zupełnie dokładnie i równo, a wtedy, przy pełnym biegu maszyny, nie można zgoła zauważyć iskier.

Smarowanie maszyn jest urządzone bardzo dowcipnie za pomocą banieczek do oliwy z szerokim, bujnym knotem i rurką szklaną, przez którą liczbę kropel ściekających można kontrolować. U spodu rynienki do zbierania ściekającej oliwy, którą na nowo zaraz wlewać można na równi z oliwą świeżą. Wszelkie nieczystości pozostają na knocie.

Bieg maszyn, dzięki ich doskonałemu wykończeniu, dokładnemu ustawieniu i obfitemu smarowaniu w panewkach, jest nadzwyczaj równy i spokojny, nie wykazuje ani drgań w szpulce lub uderzeń o szczotki ani śladu nawet zagrzania w panewkach.

Prąd elektryczny, gruby, odchodzi z maszyny do stacyi centralnej rozprowadzającej (komutator centralny). Cała sieć elektryczna czyli kanalizacya, wychodząca do różnych oddziałów fabryki, podwórza i t. d., podzieloną jest na oddzielne linie główne, wychodzące ze stacyi centralnej, t. j. z tego samego kojarzyciela czyli komutatora, do którego schodzą się trzy prądy zasilające, od trzech oddzielnych maszynek cewkowych. Budowa przyrządu kojarzącego jest nadzwyczaj prostą: składa on się ze sztabek metalowych, ułożonych w dwa piętra, na krzyż, według szkicu poniżej odrysowanego:



Dwa takie przyrządy stanowią komutator. W jednym z nich sztabki 1, 2, 3, na dolnem piętrze odpowiadają dodatnim biegunom trzech maszyn, w drugim zaś — ujemnym biegunom tychże, sztabki zaś górne a, b, c, d, e.... — liniom sieci wychodzącym i wchodzącym. Na przecięciach sztabek, krzyżujących się nad sobą, wywiercone są dziurki, w które wprowadzać można metalowe klucze, zatyczki i w ten sposób łączyć (kojarzyć) każdą z trzech maszyn z każdą z wielu linij głównych.

Na stacyi centralnej, u każdej maszyny w obwód główny wstawione są: ampermetr do mierzenia siły prądu, w odgałęzieniu woltmetr do oznaczenia napięcia, lampka żarowa, służąca jako wskaźnik przebiegającego prądu; w odgałęzieniu zaś elektromagnesów wstawiony jest reostat, z kilku szpulek drutu najzylbrowego złożony, który pozwala najdokładniej przez wprowadzenie zmiennego oporu regulować napięcie prądu na końcówkach maszyny. Przed wejściem do linij sieci elektrycznej, pomiędzy sztabkami komutatora a linią, zaprowadzone są ochronniki ołowiane w szkle, zapobiegające spaleniu linii w razie wypadku przy maszynach lub na stacyi centralnej. Linie, do lamp łukowych odchodzące, mają oddzielne komutatory małe ze wskaźnikami, znakomicie kontrolującemi bieg lamp łukowych.

Linie, wychodzące ze stacyi centralnej, podzielone zostały według potrzeby dostarczania światła przez część lub całość doby, na grupy, a większe z tych grup na poddziały, które, z wspólnego pnia wychodząc, mogą być włączane lub wyłączane jednym ruchem zatyczki na stacyi głównej. Jedna grupa światła składa się z lamp, mających świecić przez

całą dobę, a więc zawieszonych w salach lub przejściach ciemnych, na kotłowni przy przyrządach kontroli i t. p. Inne linie przeznaczone są albo na użytek całonocny (od zmierzchu do rana), albo też na dawanie oświetlenia z wieczora i z rana (kantor, warsztaty, góry cukrowe), i te, wedle potrzeby użytkowania ze świateł, połączone są na stacyi centralnej we wspólne pnie, co daje wygodę przy zapalaniu i gaszeniu całego szeregu lampek.

Urządzenie, naszkicowane powyżej, zamówione zostało w kwietniu 1890 roku, a wykonane w miesiącach czerwcu, lipcu i sierpniu. W końcu sierpnia całość urządzenia, w celu sprawdzenia dobroci materyałów i należytego wykonania oraz działania nietylko przyrządów, ale i kanalizacyi (wymiary i jakość drutów), poddaną została ścisłemu zbadaniu. Ponieważ należyty *odbiór* urządzenia takiego, jak stacya elektryczna z kanalizacyą do oświetlania, jest zarówno ważnym, a może ważniejszym, niż samo zaprojektowanie i udzielenie zamówienia lub powierzenie wykonania specyaliście występującemu w charakterze przedsiębiercy, uważamy tu za właściwe podać zasady odbioru, jaki po zaprowadzeniu urządzeń Sannickich został dokonany.

Przedewszystkiem, w celu wypróbowania i zdania sobie sprawy z funkcyonowania światła elektrycznego, należało zbadać *motory*, od regularnego biegu których zależy jednostajne napięcie siły elektrobodźczej, a więc trwałość lampek z jednej, równomierne natężenie światła z drugiej strony.

Maszyny parowe, obsługujące stacyę centralną, puszczone w ruch po dokładnem zmontowaniu i nastawieniu części sterowniczych (suwak, regulator), szły równo i spokojnie, dyagramaty, zdjęte przy przepisanej liczbie obrotów, wypadły zupełnie normalnie co do rozdziału pary i symetrycznie, regulator był dostatecznie czułym, i ilość obrotów pozostawała prawie zupełnie stałą, bo wahała się o jeden obrót in plus i in minus (przy n = 93 i n = 82, jako liczbie obrotów normalnej), przy skrajnych położeniach regulatora, t. j. przy najmniejszem i największem wysileniu maszyn. Przy bagnetówce dały się zauważyć nieprawidłowe skoki regulatora, lecz przez zastosowanie dyafragmy zniknęły one całkowicie. Maszyna pomocnicza początkowo wykazywała dość zmienne liczby obrotów, lecz po skróceniu drążka, prowadzącego od regulatora do zaporu, liczba jej obrotów leżała w granicach wyżej podanych. Koła zamachowe, sądząc po stałości światła, mają wymiary dostateczne. Ruch przenosi się na wał główny obrotnicy (transmisyi); przy wale tym, z powodu urządzenia niepraktycznych, jak wyrażono wyżej, łączników frykcyjnych, musiano dokonać poprawek. Po zaprowadzeniu tych zmian w połączeniach, część urządzenia nadająca ruch (pędząca) była w porządku, i można było przystąpić do zbadania i sprawdzenia właściwego urządzenia, wytwarzającego siłę elektryczną (stacya) i rozprowadzającego ją (kanalizacya).

Po próbnem puszczeniu w ruch dynamówek przekonaliśmy się, że całość urządzenia funkcyonuje z gruba zadawalniająco: liczba wolt dochodziła zamierzonej wysokości, a mianowicie wtedy, gdy reostat, regulujący napięcie prądu, był włączony w połowie (korbka łącząca ustawiona na zwój środkowy); szczotki, odpowiednio ustawione, nie wydzielały iskier; bieg cewki był równy, spokojny; zagrzewanie się elektromagnesów bardzo niewielkie, światło żarzyło się bez drgań ani wahań, i natężenie jego było zupełnie dostatecznem za wyjątkiem stacyi dyfuzyi, gdzie okazała się potrzeba postawienia za termometrami dodatkowych lampek, których siłę świetlną zmniejszono osobnym opornikiem.

Zadowoleni z ogólnego biegu stacyi elektrycznej przystąpiliśmy do zbadania po szczególe pojedynczych urządzeń i zaczęliśmy od zbadania samych dynamówek. Mierzone termometrem ogrzewanie się dynamówki w czasie prób nie przenosiło 15 — 20°, co wykazuje powiększenie się oporów, nie dochodzące do 10%, gdy dozwolonem jest 25% a nawet 30% (temperaturę oznaczano za pomocą termometru, przywiązanego do elektromagnesów i otoczonego grubą warstwą waty). Jest to zrozumiałe w obec niewielkiego obciążenia drutów głównych maszyny, mających 6,70 *mm* średnicy. Odpowiada to 35,0 mm^2 powierzchni przecięcia, zatem przy normalnym biegu maszyny przypada $\frac{2\times 35{,}0}{105} = 0{,}666$ milimetra na 1 amper, co jest bardzo obfitem.

Rzeczą wielce ciekawą było zbadanie wahań potencyału w zależności od włączenia lub wyłączenia części oporu. Okazuje się, że przy obciążeniu maszyny, nie dochodzącem wprawdzie normalnej granicy wydajności (105 amperów), ale wahającem się pomiędzy 60—90% (około 60—90 amperów), nagłe wyłączenie lub nagłe włączenie oporu, zmniejszającego lub zwiększającego pracę maszyny o około 30%, pociąga za sobą przyrost potencyału lub spadek o 13 do 15 wolt. Taka zmienność w napięciu prądu, która zresztą przy normalnem biegu zdarzać się nie powinna, gdyż przy wyłączeniu znaczniejszej liczby lamp odrazu maszynista obowiązany jest regulować reostatem, stanowi dowód, że maszyny dynamoelektryczne compound jednak nie regulują się automatycznie dostatecznie szybko, aby czyniły zbytecznem regulowanie zewnętrzne (zmiana liczby obrotów motoru, reostat), gdy praca elektryczna większej ulega zmianie. Dodać wypada, że regulator naszej maszyny parowej nie jest zbyt czułym i opóźnia się cokolwiek w działaniu.

Wreszcie, celem przekonania się o dokładności budowy maszyny dynamoelektrycznej w innym jeszcze kierunku, badano jej izolacyę, używając do oznaczeń mostu Wheatstone'a, działając nań prądem z bateryi, złożonej z 34-ch elementów Calland'a. Po włączeniu w obwód mostu z jednej strony grubego zwoju, z drugiej zaś strony zwoju cienkiego elektromagnesów maszyny, i po wprowadzeniu oporu 40 000 ohmów, otrzymano jeszcze odchylenie igły galwanometru, wskazujące, że nawet taki opór nie dorównywa oporowi izolacyi elektromagnesów maszyny. Gdy zwiększono opory w moście po nad 40 000 ohmów, czułość przyrządu nie była dostateczną, aby można było dalsze wyprowadzać wnioski i oznaczyć opór, wyrównywający oporowi izolacyi. Opór 40 000 ohmów należy uważać za dostateczny; izolacyę bowiem przedstawiającą 500 ohmów, uważają powszechnie przy tak niskim woltażu maszyn za wystarczającą. Izolacya maszyny od ziemi, w podobny sposób oznaczona, wypadła w wysokości 35 000 ohmów; jedna z maszyn wykazała przy tej próbie znacznie mniejszy opór izolacyi, przy badaniu bliższem znaleziono istotny błąd w połączeniu, a gdy ten usunięto, otrzymano podobnie, jak dla dwu innych maszyn, przeszło 35 000 ohmów.

Całą seryę oznaczeń i doświadczeń wykonano następnie, celem określenia wydajności pracy elektrycznej odnośnie do używanej pracy mechanicznej, t. j. wyznaczenia stosunku pomiędzy otrzymywaną ilością woltamperów a ilością koni parowych, przez maszynę zużywanych. Nietylko że wydajność ta stanowi najlepsze sprawdzenie doskonałości maszyny dynamoelektrycznej i daje wprost miarę wartości tego przyrządu, ale dokładna znajomość stosunku, jaki tu zachodzi, jest podstawą do oznaczenia kosztu lampogodziny i do wyliczenia warunków najekonomiczniejszego palenia światła. Wyliczenie to podajemy poniżej dla warunków, w jakich się znajduje cukrownia Sannicka; tu chcemy tylko przedstawić postępowanie stosowane przy oznaczeniu owego spółczynnika pomiędzy pracami elektryczną i mechaniczną.

(D. n.) *E. N.*

O ROZWOJU PROCESU
OTRZYMYWANIA ŻELAZA ZLEWNEGO
W PIECACH PŁOMIENNYCH.

(Ciąg dalszy[1]).

II.

Na pierwszy rzut oka zastosowanie t. z. *erzblooms'ów* nie wydaje się faktem poważniejszej doniosłości, odgrywa

[1]) Por. zesz. styczniowy Przegl. Techn. z r. b., str. 10.

ono jednak w praktyce wdzięczną rolę nietylko przez przyśpieszenie czasu trwania jednego naboju, lecz także przez racyonalne zużytkowanie odpadków żelaza, nieuniknionych przy mechanicznem obrabianiu metalu. Dodanie bowiem do *erzblooms'ów* stosownej ilości tych odpadków pozwala regulować ich ciężar gatunkowy odpowiednio do przerobionych materyałów surowych i miejscowych warunków. Zauważyć także należy, że zastosowanie *erzblooms'ów* spowodowywa ciągłą zmianę powierzchni *kąpieli metalicznej*, przez co przyczynia się do ekonomiczniejszego wyzyskania cieplika.

Wyznaczenie stosunku pomiędzy surowcem a rudą żelazną w t. z. *erzblooms'ach* nie daje się oznaczyć ściśle przez teoretyczną formułkę, lecz w każdym wypadku musi być owocem doświadczenia. Należy tylko baczyć, by ilość i jakość rudy żelaznej ściśle odpowiadała zawartym w surowcu ciałom obcym, to znaczy, by tlen, znajdujący się w rudzie, harmonizował z jednej strony z siłą utleniającą płomienia, z drugiej zaś—z ciałami, które mają być zamienione w tlenki. Ilość zaś tych ostatnich powinna wystarczać na całkowite zneutralizowanie powstającego SiO_2 tak, aby ruda żelazna mogła być w przybliżeniu całkowicie zredukowaną,— jedynie bowiem przy zachowaniu tych ostrożności oczekiwać można pożądanych skutków. Wprawdzie niepodobieństwem jest przy najlepszych nawet warunkach przeprowadzić proces w ten sposób, by żelazo znajdujące się w rudzie *absolutnie całkowicie* zamienić na żelazo zlewne, gdyż SiO_2 przy wysokiej temperaturze posiada własności bardzo silnego kwasu i łatwo tworzy krzemiany żelaza. Przez dodanie jednak do preparatu *erzbloom'sów* niewielkiej ilości silnych zasad, a więc ziem alkalicznych (np. wapna palonego), można ograniczyć absorbowanie żelaza przez szlakę do takiego *minimum*, jakiego niepodobieństwem jest osiągnąć na innej drodze.

W ogóle należy zauważyć, że rafinowanie surowca przy pomocy *erzblooms'ów* na żelazo zlewne znakomicie opłaca się w miejscowościach, nie posiadających odpowiedniego materyału opałowego do prowadzenia wielkich pieców, gdyż tam zawsze opłaca się rafinerya w piecach płomiennych i jest o tyle korzystniejszą o ile węgiel jest tańszy, o ile obchodzić się może mniejszą ilością sprowadzonego surowca. Przy zastosowaniu bowiem rudy żelaznej w jakiejbądź formie, do fabrykacyi żelaza zlewnego, mamy do czynienia z *bezpośrednim* otrzymywaniem żelaza najlepszego gatunku, z pominięciem produktu pośredniego t. j. surowca. Wprawdzie ilość rudy żelaznej jest w tym wypadku ściśle ograniczona, lecz dziś istnieją już niezawodne sposoby do powiększenia tej ilości z korzyścią dla ekonomicznej strony procesu.

Profesor *Iron Ehrenwerth*, poświęcający się badaniom wszystkich nowszych modyfikacyi procesu Siemens-Martin'a, przeważnie zaś zastosowaniu rudy żelaznej, otrzymał przed kilkoma laty przywilej na preparat do wyrabiania *erzblooms'ów*, w których zasadniczą odmianę stanowi dołączenie węgla drzewnego. Ulepszenie to, będące w swoim czasie powodem głośnego procesu pomiędzy wynalazcą a znanym metalurgiem *von Tunner'em* roztrzygnęło kwestyę zastosowania większych ilości rudy żelaznej w sposób stosunkowo dość prosty. Wprowadzona bowiem w pewne momenty przez *erzblooms'y* nowa ilość węgla do kąpieli metalicznej, czyni tę ostatnią podatną do odtlenienia świeżej partyi rudy żelaznej, i co za tem idzie, do zamiany zredukowanego żelaza na żelazo zlewno. O ile mi wiadomo, dotąd jedna tylko huta korzysta z wynalazku prof. *Iron Ehrenwerth'a* i dzięki temu prosperuje znakomicie.

Erzblooms'y nowego systemu pozwalają przy zastosowaniu pewnych ostrożności na przerabianie dowolnej ilości rudy żelaznej, a znaczenie ich w zasadzie wyrównywa urzeczywistnieniu ideału skromnego dziś zastępu metalurgów, dążących do wynalezienia sposobu *bezpośredniego* otrzymywania żelaza wszelkich gatunków; a stosunkowo nieliczne dotąd zastosowanie wynalazku prof. *Iron Ehrenwerth'a* przypisać należy zrażeniu się fabrykantów przez lekkomyślność wielu powag firmowych, którym ideał ten posłużył za przedmiot wyzysku. Uprzedzenie to trwa dotąd jeszcze, pomimo że kwestya otrzymywania żelaza wszelkich gatunków wprost z rudy przestała być już kwestyą przyszłości i na innej drodze została roztrzygniętą prawie jednocześnie na obydwóch kontynentach przez dwie nieznane sobie wzajemnie osobistości. O wynalazku tym pomówimy niżej w granicach zakreślonych względami praktycznemi.

Do postępow w fabykacyi żelaza zlewnego tak pierwotnym sposobem Martin'a jako też i według wyżej wymienionych odmian, zaliczyć należy zastosowanie surowca *płynnego*. Rzecz dziwna, że na tej drodze proces *Siemens-Martin'a* pozwolił się wyprzedzić tak znacznie przez inne— produkujące ten sam materyał. Wprawdzie każda zmiana w sposobie fabrykacyi natrafia zawsze początkowo na pewne trudności techniczne; zastosowanie jednak miejscowego surowca płynnego w obec tak pewnych korzyści i stosunkowo prymitywnych odpowiednich inowacyj, stanowczo wyklucza wszelkie obawy pod tym względem. Miałem sposobność zwiedzać zakłady hutnicze w *Witkowitz*, gdzie wysokie piece od martynowskich dzieli poważna przestrzeń, a pomimo to posiłkują się surowcem płynnym, chociaż miejscowe warunki pozwalają na produkowanie takiego surowca, który nie nadaje się bezpośrednio do martynowania, lecz musi być pierwotnie odpowiednio przerobiony w retorcie *Bessemera'*. Przeróbka ta trwa zaledwie parę minut, lecz zawsze wpływa na zwiększenie kosztów produkcyi, a jednak znakomicie opłaca się tak ze względu na jakość otrzymywanego materyału, jako też ekonomię materyału opałowego i czas trwania jednego naboju.

Zastosowanie surowca płynnego usuwa przy tem niedogodności, wynikające w skutek działania płomienia na rozpuszczający się surowiec stały. Wiadomo bowiem powszechnie, że prawie wszystek węgiel, znajdujący się w surowcu pod wpływem płomienia ulega zaraz na początku zupełnemu utlenieniu, przez co tamuje możność użycia znaczniejszych ilości rudy żelaznej.

W ostatnich czasach zwrócił na siebie uwagę bezpośredni sposób *nawęglania* żelaza zlewnego za pomocą węgla drzewnego lub grafitu, zamiast pośredniego działania żelaza zwierciadlanego lub ferro-manganu. Sposób ten nie zyskał sobie początkowo uznania: natrafił bowiem na poważne trudności szczególnie przy procesach zasadowych i dopiero *John Henry Dorby*, dyrektor zakładów hutniczych w *Brymbo* ulepszył go i zaczął z korzyścią stosować do wszystkich rodzajów żelaza zlewnego.

Pomijając szczegółowe opisy aparatów, służących do tego celu, zaznaczam, że *nawęglanie* żelaza zlewnego, otrzymanego z pieca martynowskiego bądź to z procesu zasadowego, bądź to z kwaśnego, nie przedstawia żadnych trudności i nie wymaga również żadnych specyalnych urządzeń, jeżeli ilość węgla ma być powiększona do zawartości 0,25%. Osobiście przekonałem się, że *nawęglanie* za pomocą węgla drzewnego w niczem nie ustępuje działaniu żelaza zwierciadlanego lub ferromanganu; za dodaniem zaś 0,04% glinu metalicznego otrzymuje się zupełnie jednolity materyał o gładkiej powierzchni i nadający się znakomicie tak do fabrykacyi szyn jako też i obręczy. Nadmienić przytem należy, że 1 *kg* suchego i czystego węgla drzewnego zastępuje przynajmniej 5 *kg* żelaza zwierciadlanego, co stanowi poważną różnicę w kosztach produkcyi.

Prawie wyłącznie do rafineryi żelaza zlewnego sposobem Martin'a używa się pieców płomiennych ogólnie znanego systemu *regeneratywnego*, pomysłu Siemens'a. Jakkolwiek panująca różnorodność w szczegółach pieców zmieniła z biegiem czasu zewnętrzną ich postać, to jednakże zasady *typowe* pozostały dotąd ściśle zachowane. Należy przyznać, że pojawienie się pieców systemu regeneratywnego głównie przyczyniło się do otrzymywania na tej drodze żelaza zlewnego. Potrzeba było jednak kilkoletnich usilnych studyów praktycznych, by wynaleść zależność pomiędzy własnościami przerabiać się mających materyałów surowych a najodpowiedniejszemi wymiarami, jakie należy nadać poszczególnym częściom pieca. A jednak najracyonalniej obmyślony i zbudowany piec Siemens'a przeznaczony do procesu martynowskiego nie jest w stanie wyzyskać więcej niż 20 — 25% z ogólnej sumy wytworzonego cieplika. Taki stosunkowo niski stopień wydajności w obec rezultatów, otrzymywanych obecnie w piecach pudlingowych nowszych konstrukcyi, nie może zadawalniać najzapaleńszych zwolenników Siemens'a. System ten bowiem już sam przez się powiększa stratę cieplika w skutek złego przewodnictwa cegieł ogniotrwałych, z których się składają regeneratory — i przez pochłanianie

na swój wyłączny użytek produktów spalenia, posiadających przy opuszczaniu regeneratorów tem wyższą temperaturę im te ostatnie silniej są już ogrzane. Z natury rzeczy bowiem wynika, że gazy wchodzące do komina posiadają tę samą temperaturę co i regeneratory. Zwrócić należy następnie uwagę, że przebieg procesu martynowskiego nietylko wyklucza wyzyskanie silnie ogrzanych gazów, opuszczających regeneratory, lecz potęguje jeszcze stratę cieplika przez niekompletne spalanie gazów. Najnowsze badania czynione w tym kierunku wykazały, że produkty spalenia zawierają prawie w równym stosunku CO_2 i CO, a każda dnostka wagowa tych produktów zdolną jest jeszcze wytworzyć 934 kaloryj.

Bardzo ujemnie wpływa również zbyt wielka przestrzeń dzieląca generatory, wytwarzające gazowy materyał opałowy, od pieca, gdyż to jest przyczyną zbyt silnego ich oziębienia się. Wprawdzie i dziś można się jeszcze spotkać z wbrew przeciwnem twierdzeniem, a mianowicie, że oziębienie się gazów do pewnego stopnia jest koniecznem, a nawet pożytecznem ze względu na wentylacyę. Twierdzenie to jednak nie może być w żadnym wypadku poparte tak przez teoryę jak i przez praktykę. Przeciwnie, jedna i druga przemawia za dawną konstrukcyą generatorów, mieszczących się tuż obok pieca i stanowiących z nim jedną całość. Cóż bowiem znaczy ogrzewanie gazów przez regeneratory, przypuśćmy nawet do 700°, jeżeli one opuszczając dobrze funkcyonujący generator posiadają temperaturę 1250—1500°? To też w najnowszych konstrukcyach znajdujemy tylko dwa regeneratory, wyłącznie służące do ogrzewania powietrza i posiłkujące się częścią tylko produktów spalenia; pozostała zaś reszta daje się zużytkować bądź to według idei pp. *Heod* i *Pouff* do regeneracyi na gazy palne, lub też znajduje zastosowanie podobnie jak w piecach pudlingowych. (*D. n.*)

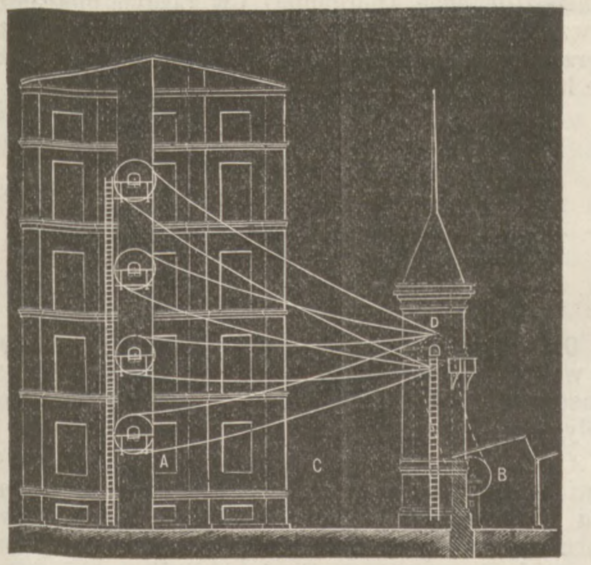
Cz. Łukaszewski, inż. metalurg.

TRANSMISYA LINKĄ KONOPIANĄ
W NIEZAKRYTEJ PRZESTRZENI.

Znane są powszechnie ujemne strony transmisyi linką drucianą przy *niedostatecznem* wzajemnem oddaleniu kół, więc chociaż tu i owdzie przenoszenie pracy z jednego do drugiego blisko stojącego korpusu fabrycznego w ten sposób się odbywa, to jednak nie słyszałem aby gdziekolwiek o takiem połączeniu wyrażono się z zadowoleniem. Trafiłem nawet na wypadki, w których skutkiem ciągłej reparacyi i przerw w pracy, zamieniono koła z pod linki drucianej na koła dla linki konopianej i przykryto takową lekkim dachem, stosując się do upowszechnionego mniemania, że linka konopiana w otwartem miejscu skutkiem możebności zwilgnięcia pracować dobrze nie może. Mniemanie to jednak już upadło i chociaż, sądząc z technicznych czasopism, zagranicą transmisya tego rodzaju upowszechnioną nie jest, to jednak u nas w kraju, szczególnie w Łodzi, w wypadkach powiększania istniejącej fabryki przez przybudowanie nowego fakrycznego budynku obok już istniejącego, połączenie obydwóch budynków transmisyą linki konopianej, bez przykrycia takowej, nie jest rzadkością. Doświadczenie wskazuje, że na linkę, od początku odpowiednim smarem dobrze nasyconą, a następnie od czasu do czasu tymże smarem pociąganą, zmiany atmosferyczne wpływu nie mają i linka równie dobrze pracuje podczas suszy jak i wilgoci.

Chociaż 30 *m* szybkości obwodowej dla linek drucianych jest normalną szybkością, linki zaś konopiane stosują się w praktyce z szybkością 20, maximum 25 *m*, to jednak znam wypadek, w którym nie zmieniając kół, lecz przerobiwszy tylko odpowiednio ich rowki, zamieniono linkę drucianą na linkę konopianą z doskonałym skutkiem. Transmisya ta, łącząca dwa piętrowe budynki fabryczne po nad ich dachami, pracuje od pięciu lat jak najlepiej, przenosząc jedną linką o wiele więcej niż $\frac{30 \cdot 120}{75} = 48$ koni rzeczywistych, co wskazuje, że przy szczególnie przyjaznych warunkach (transmisya pozioma, ciągnący koniec linki u dołu, wielka średnica kół) przyjmowane powszechnie 120 *kg* siły obwodowej dla 2″ linki jest dla linki z najlepszych konopi o wiele za małą.

Dotychczasowe próby jednak w tym kierunku ograniczały się transmisyą jedno lub dwulinkową nierozdzieloną, to jest, że z koła jedno lub dwurowkowego przenoszono prace na inne jedno lub dwurowkowe. Transmisyi wielodzielnej (getheilter Antrieb) linkami konopianemi w nieprzykrytem miejscu, o ile mi wiadomo, zakładać nie próbowano, lub jeżeli robiono, to na froncie lub szczytowej ścianie budynku w ten sposób, że linki będąc całkowicie z jednej strony ścianą zasłonięte, nie mogły ulegać wpływowi wiatrów; przeciwnie zaś, w przedstawionej na rysunku instalacyi, miejsce, w którem 8 końców linek się krzyżują, leży pomiędzy budynkami i jest na silny przeciąg wiatrów narażone. Mniemanie, że w poniżej wytkniętych warunkach transmisyi konopno-linkowej nie zakładano, skłania mię do opisania, na dołączonym rysunku pokazanej, instalacyi.



Narażenie jedna obok drugiej biegnących (od środka do środka sąsiednich linek $2\frac{9}{16}''$) ośmiu końców linek na silny przeciąg wiatrów uważano w mym projekcie za punkt słaby, zarzucając mi, że silny przeciąg może spowodować z początku *wahanie* i wzajemne tarcie o siebie, a następnie nawet wyrzucenie z rowków linek. Pomimo tego zarzutu do wykonania projektu przystąpiono, roboty skończono blisko przed rokiem, tak, że na zasadzie rocznego doświadczenia można powiedzieć, że zaznaczony powyżej zarzut krytyki się nie sprawdził; transmisya pracuje absolutnie dokładnie, patrząc na linki i nie spoglądając się równocześnie na koła, ramiona których się migają, trudno jest orzec czy linki stoją czy też są w biegu. Projektując byłem pewny, że tak będzie na zasadzie mniemania jakie sobie wyrobiłem o przyczynach wahania się linek. Obserwując transmisye linkowe nawet w tak zwanych kamerach linkowych (Seilschacht) powszechnie przy budowie zakładów przemysłowych dzisiaj stosowanych, przyszedłem do przekonania, że tak często dające się spostrzedz poziome i pionowe wahanie się linek, które nadzwyczajnie ujemnie na trwałość linki oddziaływają i powodują często wyskoczenie linki z rowka, powstaje skutkiem: 1) złego połączenia linki (Spliess); 2) niedokładnego wytoczenia koła, co się trafia tocząc koła na tarczy zamiast na wałku, skutkiem czego takowe w biegu odchyla się z płaszczyzny swego ruchu; 3) złego wyważenia koła (niedokładnego przyprowadzenia środka ciężkości do środka matematycznego koła); 4) nie dość ciężkiego koła rozpędowego lub złego regulatora maszyny, skutkiem bowiem niejednakowej szybkości motoru, linki, nabywszy pewien zapas siły żywej, wywołują przy zwolnionym ruchu uderzenia same w sobie. Z drugiej strony, nie spostrzegając takich wahań w linkach transmisyi na otwartem powietrzu o pojedynczej linie, w kołach których, powyżej przytoczonych braków nie było, przyszedłem do przekonania, że ciśnienie powietrza na powierzchnię dwucalowej linki przy większej szybkości takowej

wahania linki powodować nie może. Podwójne to spostrzeżenie było przyczyną do powzięcia, na dołączonym rysunku pokazanego projektu.

W końcu jeszcze muszę wymienić warunki jakim projekt instalacyi pokazanej w dołączonym rysunku miał zadość czynić. Nowy fabryczny budynek A składający się z 4-ch piętr, z których w każdym miała być prowadzona oddzielna gałęź fabrykacyi, miał być obsługiwany transmisyą pędzoną przez transmisyę starej parterowej fabryki B, posiadającej na zbyciu 100 koni rzeczywistych, przy czem wybudowanie komory linkowej było niemożebnem, przejazd bowiem C musiał być nietylko utrzymany ale miał posiadać pewien minimalny profil. Wymaganiom tym zadość uczyniono w następujący sposób. Zbyteczne 100 koni rzecz. przeprowadzono 6-ma linkami do wieży D o okrągłym przekroju, której średnica w świetle mniejszą jest jak średnica znajdujących się w niej kół, z których drugie o 4-ch rowkach oddaje przy pomocy 4-ch dwucalowych linek do każdego piętra przeszło 25 koni, razem przeszło 100 koni rzecz. Wałki 4-ch kół (każda 7'0" średnicy) budynku A są z jednej strony tylko podparte (fliegende Anordnung) i w każdym piętrze za filarem wzmacniającym ścianę szczytową budynku A jest zębaty sprzęgacz, aby każde piętro oddzielnie mogło być zatrzymane lub w ruch puszczone.

W. Jechalski.

KRYTYKA I BIBLIOGRAFIA.

Obrachowanie przepływu wody przez jazy, szluzy i upusty, według nowej metody Wexa, oraz wykreślny sposób zastosowania tej metody, podał *J. Rychter*, profesor c. k. Szkoły politechnicznej we Lwowie.

Omawiając w zeszycie za lipiec naszego pisma, świeżo pojawiające się w handlu księgarskim dzieło profesora *Rychtera „O budowie dróg"*, powiedzieliśmy, że p. *Rychter* ogłoszeniem tej cennej ze wszech miar pracy, oddał prawdziwą usługę technikom naszym, i wzbogacił literaturę naszą ważnym niezaprzeczenie nabytkiem. Obecnie mamy do zaznaczenia nową pracę szanownego profesora — pracę doniosłego praktycznego znaczenia, a której osnowa streszcza się w tytule powyżej podanym. Ogłoszona praca rozpada się na dwa działy: pierwszy obejmuje wykazanie sposobów obliczania jakich używał inżynier *Gustaw Wex* i które podał w swej hydrodynamice, ogłoszonej w r. 1888; drugi zaś dział obejmuje rozwiązywanie graficzne tych samych zadań i na zasadach przez *Wexa* podawanych, sposobami przez prof. *Rychtera* wskazanymi. Jakkolwiek zaznajomienie licznego zapewne grona naszych czytelników z omawianą pracą przez jej obraz więcej szczegółowy byłoby pożądanem, nie możemy tu jednak iść w ślad za autorem, by obraz cały należycie wypełnić. Powiemy tylko, dla dosadniejszego przekonania techników którym przypaść mogą do rozwiązania zadania z dziedziny hydrotechniki, o ważności praktycznej metody *Wexa*, a którą nam w swej pracy prof. *Rychter* przyswaja, że wyniki jego metody o ile okazały się niezgodnymi z wypadkami otrzymanymi za pomocą używanych dotychczas wzorów, o tyle wypadły zgodnemi z wynikami doświadczeń wykonanych przez *Fteley'a* i *Steamars'a* pod Bostonem w 1877 i 1879 r. Były to doświadczenia na olbrzymią skalę, największe jakie dotychczas dokonano. W celu ich przeprowadzenia przygotowano staw mający 67 hektarów powierzchni. Taka sankcya praktyczna wniosków teoretycznie wyprowadzonych, upoważnia już do zaufania metodzie przez *Wexa* stosowanej. A praca prof. *Rychtera*. poznajamiająca techników polskich z tą metodą i dopełniająca ją zastosowaniem sposobów graficznych przy rozwiązywaniu bardzo trafnie obranych przykładów, zasługuje na szerokie upowszechnienie.

J. G.

Amerykańskie mosty kolejowe, przez *Teodora Coopera*. Nowy Jork. (American railroad bridges by *Theodore Cooper*. New York.).

W czasopiśmie „Transactions of American Societyof Civil Engineers" i w osobnem dziełku ogłosił inż. *Cooper* rozprawę pod powyższym napisem. Z treścią jej chcielibyśmy pokrótce czytelników obznajmić.

Autor rozpoczyna szkicem historycznym budowy mostów w Ameryce. Pierwsze mosty amerykańskie były drewniane na jarzmach drewnianych albo łukowe. Przy końcu wieku zeszłego *Tymoteusz Palmer* wybudował wiele takich mostów nawet o znacznych rozpiętościach. Wiele z tych mostów było krytych. *Palmer* twierdził z własnego doświadczenia, że niekryte mosty drewniane w 10 lub 12 latach są już bardzo zniszczone. W r. 1805 zbudował *Palmer* most nad rzeką Delaware pod Easton. Most ten jest trzyprzęsłowy po 163 stóp rozpiętości w świetle. Belki główne są kratowe łukowe. Most ten stoi do dziś dnia, pięć szóstych belek drewnianych pozostało jeszcze z r. 1805 i znajduje się w dobrym stanie. Most ten rozumie się, był kryty. Jako drugi przykład długiego trwania drewnianych mostów przytoczymy most Waterford nad rzeką Hudsonem, zbudowany w r. 1804 przez *Teodora Burra*, składający się z czterech łuków rozpiętości od 154 do 180 stóp. Most ten był niekryty do 1814 r. i jest dotychczas w użyciu i w dość dobrym stanie. Osobliwością był inny most *Burra* w Schenectady, był on czteroprzęsłowym drewnianym mostem wiszącym, rozpiętości przęseł były od 157 do 180 stóp. Stał on lat 20, poczem z powodu wielkiego ugięcia belek głównych zbudowano w każdem przęśle filar środkowy. W tym stanie dotrwał on do r. 1871.

Od r. 1820 zaczęto budować mosty kratowe drewniane o belkach prostych. W tym roku wziął patent *Town* na mosty znanego obecnie powszechnie układu. W r. 1830 wziął patent *Long* na mosty swego układu, a w r. 1840 *Wilhelm Howe*. W r. 1844 wziął patent *Pratt* na belkę kratową, w której ciągnięte przekątnie są żelazne, a słupy drewniane.

Rozwój mostów drewnianych był całkowicie doświadczalny. Były one zwykle o przekroju stałym, a ich wymiary wyznaczano albo wedle mostów, które się zawaliły, albo wedle doświadczeń z modelami. Okazywał się jednak ciągły postęp ku prostocie kształtów i ustroju i większej doskonałości szczegółów połączeń.

Pierwszym mostem żelaznym w Ameryce był most nad kanałem Erie pod Frankfordem, most ten zbudował *Trumbull* w r. 1840. W tymże roku zbudował *Whipple* swój pierwszy most. w r. 1847 *Rider*, w 1856 *Murphy*, w r. 1861 *Linville*, w r. 1865 *Post*, w r. 1868 *Fink*. Układy belek powyższych inżynierów są powszechnie znane.

Pierwszą próbą wyznaczenia sił, działających w belkach mostowych, było w Ameryce dzieło *Whipple'a*, ogłoszone w r. 1847. Do r. 1860 obliczano mosty kolejowe, przyjmując jako ciężar jednostajnie rozłożony tonę na stopę toru (3,33 *t/m*). Od r. 1870 zaczęto przyjmować dla obliczenia pomostu większe ciężary, niż dla belek głównych. Do roku 1874 projektowały mosty wyłącznie towarzystwa budowy mostów. Od tego czasu dopiero inżynierowie mostowi, działający w interesie kolei, zaczęli wywierać dobroczynny wpływ. Zawalenie się mostu Ashtabula w r. 1876 wstrzęsło opinią publiczną i zachwiało ufność towarzystw kolejowych do istniejących mostów. Zrewidowano wszystkie mosty i wiele bardzo mostów wzmocniono, zwłaszcza co do pomostu, który był za słabym. Od tego czasu, zaczęto racyonalnie obliczać mosty. Autor podaje w kilku tablicach ciężary zastępcze, używane dla obliczenia momentów, sił poprzecznych i oddziaływań belek mostowych, przemawia jednak za obliczaniem belek na podstawie układu ciężarów skupionych, przyczem używa sposobu podobnego do *Zimmermana*. Trudno jednak rozstrzygnąć pytanie, jaki układ ciężarów przyjąć jako podstawę obliczenia w obec ciągłego wzrastania ciężaru parowozów. Autor twierdzi, że nie można się spodziewać, aby wszystkie koleje przyjęły jeden pociąg najcięższy dla obliczenia mostów, gdyby nawet można się było nań zgodzić. Szczegółowe stosunki pojedynczych kolei muszą prowadzić do rozmaitych typów,— dalej pisze autor: „Że każda kolej powinna budować najlepsze i najsilniejsze mosty, jakie dopuszcza zdrowa i daleko widząca polityka finansowa, jest prawdą. Ale nie możemy niczego nad to się spodziewać. Naszym obowiązkiem, jako inżynierów, jest robić mosty jak najsilniejsze, o ile na to pozwalają

fundusze". Kwestya ta została inaczej rozwiązaną w Europie. Tu przepisano pewien pociąg normalny dla kolei głównych; koleje drugorzędne budują swe mosty zwykle na podstawie najcięższych własnych parowozów. Zarazem jednak państwo zabrania (np. w Austryi) budowania parowozów, działających niekorzystniej na mosty, niż parowóz normalny.

Autor podaje potem szereg reguł i rad przydatnych przy obliczaniu i konstruowaniu mostów. Wygięcie w górę belek przyjmuje autor równe $^1/_{1000}$ rozpiętości. Co do tężników poziomych i pionowych pisze autor, że wedle ogólnej praktyki w Ameryce oblicza się tężniki ze względu na siłę poziomą obliczoną na stopę bieżącą belki, zamiast przyjmować pewne parcie na jednostkę kwadratową powierzchni belki i twierdzi, że robi się to z powodu niedokładności sposobów wyznaczania powierzchni belek, wystawionej na wiatr, i z powodu, że inżynierowie praktyczni poznali, że są jeszcze inne siły, które wymagają stężenia mostu nawet w okolicy, w którejby wiatru nie było. Oba podane powody nie wytrzymują krytyki,— wiadomo zresztą, że my uwzględniamy jeszcze inne siły poziome, wywołane ciężarem ruchomym przy obliczeniu tężników. Przyjmując siłę poziomą na jednostkę długości, nie uwzględniają amerykanie ani wysokości belki, ani gęstości kraty. Według prawideł ustanowionych przez autora dla kolei Erie w r. 1878, przyjmować należy parcie poziome 450 funt./st. (820 *kg/m*), z czego uważać należy 300 funtów (547 *kg/m*) jako parcie ruchome. Parcie to ma w przybliżeniu odpowiadać parciu 30 funt./st.^{2} (146,4 *kg/m*^{2}), a więc znacznie mniejszemu, niż przyjmujemy w Europie na most nieobciążony.

Autor mówi potem o wytrzymałości materyałów. Dziś każdy pierwszorzędny zakład budowy mostów ma zupełne maszyny do próbowania materyałów ze względu na wszelkie rodzaje wytrzymałości. We wszystkich warunkach dostawczych znaleść można warunek, że pręty o pełnym przekroju mogą być próbowane aż do zniszczenia, przyczem koszty ponosi zarządzający próbę, jeśli próba wykaże, że materyał czyni zadość wymaganiom.

Autor opisuje potem urządzenie zakładów budowy mostów, których w Ameryce obecnie więcej, niż 40. Następnie omawia on zestawianie mostów, które, jak wiadomo, przy połączeniach przegibnych potrzebuje bardzo mało czasu. Według autora most kolejowy o rozpiętości 250 stóp można zestawić w szesnastu godzinach roboczych bez nadzwyczajnych wysileń przynajmniej o tyle, że most utrzyma się bez podparcia rusztowaniem. Jako przykład prędkiego zestawienia podaje autor most Cairo, którego przęsła pojedyncze mają rozpiętość 518 stóp. Po zbudowaniu rusztowania potrzeba było na zestawienie jednego przęsła tylko pięciu dni. Załączone do dzieła fotografie robione co 24 godzin uwidoczniają postęp roboty.

Autor opisuje potem typowy most amerykański z przegibnemi połączeniami, których jest stanowczym zwolennikiem. Dla mniejszych rozpiętości do 65 stóp (19,5 *m*) używają belek blaszanych, niektóre koleje używają ich aż do rozpiętości 100 stóp. Nitowanych belek kratowych używają niektóre koleje dla małych rozpiętości od 60 do 120 stóp, niektóre dla wszystkich mostów. Przyczyna, dla której używają dla mniejszych rozpiętości belek nitowanych jest ta, że mosty takie są tęższe. Autor twierdzi jednak, że potrzebną tęgość można otrzymać także przy przegibnych połączeniach. Z wyjątkiem kilkuset mostów nitowanych, z których największe o rozpiętości 260 stóp, jest reszta mostów kolejowych o rozpiętości powyżej 100 stóp około 7000 przęseł, z połączeniami przegibnemi. „Amerykanie", mówi autor, „są zanadto praktyczni, aby budować taką ilość mostów odrębnego ustroju, znając inne ustroje używane tutaj i w Europie, po 30-tu latach doświadczenia co do ich użycia, gdyby ich korzyści nie były wielkie i istotne". Belki kratowe o kracie wielokrotnej znikły przynajmniej na kolejach pierwszorzędnych. Przyjęto ogólnie kratę pojedynczą, wielkie przedziały i belki statycznie wyznaczalne. Dawne kształty belek *Bollmana*, *Finka*, *Lowthorpa*, *Posta* znikły z praktyki amerykańskiej. Obecnie budują ogólnie mosty o belkach równoległych i równych przedziałach, dla większych rozpiętości zmniejsza się wysokość belki na podporach. Największą rozpiętość ma obecnie most o połączeniu przegibnem nad Ohio w Cincinnati, mianowicie 545 stóp, wysokość jego wynosi w środku 84 stóp, na podporach 60 stóp, przedziały mają 27 stóp i $1\frac{1}{4}$ cala, belki główne leżą w odstępie 30 stóp. Na moście tym leżą dwa tory kolejowe i po każdej stronie droga z chodnikiem.

W ostatnim rozdziale omawia autor zawalenia się mostów w Ameryce i twierdzi, że zawinił tu nie system mostów i połączenia przegibne, lecz inne przyczyny, że to były przeważnie stare mosty drewniane lub też żelazne źle skonstruowane i obliczone, że jednak dobrze obliczony i skonstruowany most amerykański nie należy pod względem bezpieczeństwa stawiać niżej od europejskiego nitowanego.

Dwadzieścia siedem tablic objaśniają wykład autora, szkoda tylko, że głównie część jego historyczną. Najnowszych ustrojów szczegółów mostów amerykańskich autor nie podaje. Autor nie mówi też nic o mostach łukowych i wiszących, mało szczegółów podaje o mostach z belkami wielobocznemi, używanemi obecnie często dla większych rozpiętości.

Pomimo tych braków dziełko to, pisane gładkim stylem i zrozumiale, czyta się z przyjemnością; polecić też możemy je tym zawodowcom, którzy się chcą zapoznać z rozwojem budowy mostów w Ameryce.

Maksymilian Thullié.

„Zur Entwickelungsgeschichte der Spannwerke des Bauwesens von *G. Lang*, Professor am Polytechnikum zu Riga".—Ryga 1890, u *N. Kymmel'a*.

Cenna ta praca prof. *Lang'a*, będąca przedrukiem artykułów czasopisma technicznego „Rigasche Industrie-Zeitung", zawiera historyę powstawania ustrojów budowniczych, służących do pokrywania pewnych przestrzeni, bądź za pomocą dachów i stropów, bądź też za pomocą belkowania i mostów. Streszczenie tej pracy, która, w bardzo skromnych jak na postawione przez autora zadanie, ramach zawiera ogromny zapas informacyj, jest prawie niemożliwem. W 200-u stronicach tekstu małego formatu in-16 autor skreślił dzieje rozwoju pojęć konstrukcyjnych. Z kolei traktowane są sklepienia, ustroje *podporowe* (Sprengwerke) i *wieszarowe* (Hängwerke) belki zwyczajne i przegubowe.—Czerpiąc z bogatej skarbnicy literatury książkowej i peryodycznej, profesor *Lang* stworzył przewodnik nieodzownie potrzebny dla każdego myślącego inżyniera, któremu chodzi nietylko o rezultaty osiągnięte ale też o drogę, którą do nich doszła technika.

W.r. S.n.

Mamy pod ręką 8-e wydanie, najnowsze, podręcznika dla inżynierów i mechaników przez p. *de Lahaspe*, inżyniera sztuk i rękodzieł, pod tytułem: **Notes et formules de l'Ingénieur et du constructeur-mécanicien**. Książka ta, w ósemce, o 726 stronicach ścisłego druku, mieści w sobie zbiór formuł i tablic liczebnych odpowiadających potrzebie przy rozwiązywaniu rozlicznych zadań technicznych.—Porządek przyjęty w układzie różnych działów książki jest podobny do porządku zwykle przyjmowanego w tego rodzaju podręcznikach.— Idą więc najpierw wzory i tablice z działu arytmetyki; następnie, wzory algebraiczne; zasadnicze twierdzenia z geometryi, trygonometryi i t. d.—W dziale mechaniki teoretycznej podano zwięzłe wiadomości ze statyki graficznej i pokazano sposoby graficznego wyznaczania środków ciężkości i momentów bezwładności.—Omawianie kolejno wszystkich działów wyprowadziłoby nas z granic tej notyski. Powiemy tylko, że dział mechaniczny jest drobiazgowo bardzo opracowany i uczyni on bezsprzecznie zadość wymaganiom konstruktora-mechanika.— Znajdują się również wskazówki użyteczne — choć może niezupełnie wystarczające— z dziedziny ogrzewania i wentylacyi. Podnieść jednak należy opracowanie silnic gazowych, pras hydraulicznych; a nadewszystko wind hydraulicznych, i w ogóle instalacyj hydraulicznych, oraz całej części odnoszącej się do elektrotechniki.— Zamykając powyższą wzmiankę, powtórzyć możemy, co na początku powiedzieliśmy, że książkę tę zalecić można inżynierom-mechanikom jako prawdziwie użyteczną i przewyższającą swoją wartością wewnętrzną wiele innych tego rodzaju wydawnictw.

J. G.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH.

Czasopismo techniczne lwowskie pomieszcza w zeszycie okazowym na rok bieżący wielce ciekawe sprawozdanie p. *S. Widta*, ze spostrzeżeń dokonanych przez stacye meteorologiczne w Galicyi nad opadami deszczowymi, w latach 1887, 1888 i 1889.—Systematyczne prowadzenie spostrzeżeń datuje dopiero od r. 1886, t. j. od czasu urządzenia przez ś. p. *Dominika Zbrożka*, prof. Szkoły polit. we Lwowie, 100 spostrzegalni, które, w połączeniu z istniejącemi już dawniej podobnemi stacyami dostarczać mogły obfitszego materyału do prawidłowego zestawienia zauważonych wypadków. Dyrekcya obserwatoryum krakowskiego wydała już trzy dzienniki spostrzeżeń *in extenso*, dyrekcya zaś obserwatoryum Szkoły politechnicznej we Lwowie opracowała 3 mapy hydrograficzne z oznaczeniem krzywych jednakowego opadu, czyli *izohyetów*. Z kierunku owych izohyetów wnosić już można, że ich układ odpowiada układowi krzywych jednakowego poziomu (courbes de niveau); krzywe bowiem największych opadów odpowiadają krzywym największych wysokości — wybitne *maximum* opadu znajduje się w okolicy górzystej kraju, *minimum* w nizinach.

Zbytecznem byłoby oczywiście dowodzić znakomitej użyteczności dokładnych spostrzeżeń, i umiejętnie wyprowadzanych z nich wniosków. Treściwy a pouczający artykuł p. *Widt'a* zasługuje na zaznaczenie i zaleca się do przeczytania.

La Génie Civil. W № 10 z r. 1891 znajdujemy opis wspaniałego wiaduktu Creuize na kolei z Marréjols do Neussargues we Francyi. Wiadukt składa się z 6-u arkad, każda o 25 metrach światła, wspartych na filarach z kamienia, z których dwa najwyższe w środku wiaduktu mają po 46 *m* wysokości, licząc od fundamentu do łożysk sklepieniowych. Przecięcie poprzeczne filarów nie jest stałe, rośnie ono od łożysk ku fundamentom, i to w ten sposób, że przecięcie poprzeczne w którymkolwiek punkcie wysokości filaru znosi jednakowe ciśnienie. Warunkowi temu uczyniono zadość, tworząc krawędzie filarów nie z jednej linii prostej o jednostajnem nachyleniu, ale z kilku linij, każda z odmiennem nieco pochyleniem. Sklepienia mają 1,3 *m* grubości w kluczu, a 2,60 *m* w pachach. Filary zaś 5,28 *m* u łożysk sklepieniowych, 9,45 w podstawie.

Revue générale des chemins de fer (№ 4, 1890). Zeszyt ten mieści w sobie: ciąg dalszy opisania instalacyi hydraulicznej wody pod ciśnieniem, do poruszania tarcz obrotowych, wind i wielu innych przyrządów na nowym dworcu St. Lazare w Paryżu; rysunki i opis wagonów 1-ej i 2-ej klasy, z wózkami (à bogies) kolei państwowych we Francyi; obszerny wyciąg ze sprawozdań złożonych akcyonaryuszom przez zarządy sześciu głównych towarzystw kolejowych we Francyi za rok 1889, objaśniających o ruchu osobowym i towarowym, oraz o przychodzie i wydatkach w ciągu tegoż roku. Oprócz tego znajdujemy tam notyskę o moście na Gangesie pod Bénarès w Indyach angielskich. Most ten zbudowany pod jeden tor kolei, między Oudh i Rohilkhand ma 1074 *m* długości. Pasy górny i dolny są równoległe. Ściany pionowe są systemu trójkątowego— wszystko ze stali — w pasach dolnych i w przekątniach przyjęto jako spółczynnik wytrzymałości 10.2 *kg* na *mm*^{2}; w pasach górnych 9,5, a 7,9 dla rozpórek pionowych. – Przy zakładaniu fundamentów używano systemu stosowanego już przy budowie mostu Hawkesbury, to jest dragowano w studniach otwartych.

Mémoires et compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils 5-me Serie 11-e Cahier podają kilka ciekawych rzeczy. A mianowicie: treściwe opisanie fabrykacyi glinu i związków glinowych w różnych krajach Europy i w Stanach Zjednoczonych. Z opisu tego wypada, że koszty produkcyi glinu znamienicie się zmniejszyły w ostatnich czasach. Fabryka w Pittsbourg oddaje w sprzedaży hurtowej jeden kilogram za 17 franków, a w sprzedaży detalicznej po 25 fr. kilogram.

Drugą pracą zajmującą jest artykuł p. *A. Péraud*: „O udoskonaleniu systemu w urządzaniu resorów wagonowych ze względu na konserwacyę torów kolejowych". Autor zaznacza najprzód, że jego zapatrywania teoretyczne, które wyłożył w *Comptes rendus* za r. 1888, okazały się zgodnemi z wynikami spostrzeżeń praktycznych jakie miał sposobność dokonać. Następnie przedstawia typ wagonu z resorami według jego metody urządzonymi, i wchodzi w bliższe szczegóły konstrukcyjne.

Najobszerniejszą, a zarówno teoretycznie jak i praktycznie pouczającą pracą jest memoryał p. *Bertranda de Fonviolant*, pod tytułem: *Méthode générale de détérmination des lignes d'influence dans les poutres pleines ou reticulaires assujeties aux conditions surabondantes.* Autor zaznacza na wstępie, że zbadanie skutków wynikających z działania ciężarów ruchomych na belki proste czy krzywe, pełne albo kratowe upraszcza się znakomicie przez uważanie pewnych linij, zwanych *liniami wpływowemi*, których myśl pierwotna należy się prof. *Fränklowi.* Następnie przypomina określenie linij wpływowych, dodając że wyznaczenie tych linij nie przedstawia żadnych trudności kiedy oddziaływania belki mogą być statycznie obliczone; ale staje się zadaniem zawiłem, kiedy to nie jest możebnem.

P. *Maurycy Levy* w swojej statyce graficznej podał analityczne rozwiązanie tego rodzaju zadań odnośnie do belek ciągłych, — dowiódł on również kilku ważnych twierdzeń, z pomocą których wynajdywać można, przez wykreślenie geometryczne, linie wpływowe parcia poziomego w łukach rozmaitego typu o przecięciu stałem lub zmiennem. Autor zaś stawia sobie za zadanie wskazać ogólne prawidła wyznaczenia linij wpływowych w jakimkolwiek wypadku. W tym celu wyprowadza zasadnicze twierdzenia, i objaśnia ich zastosowanie kilkoma przykładami.— Rzecz cała napisana jest treściwie, jasno, i staje się bardzo użytecznem dopełnieniem statyki graficznej i w ogóle teoryi wytrzymałości.

W ***Bulletin de la Société industrielle de Mulhuse***, za miesiąc październik-listopad 1890 r., znajduje się opis z rysunkami pomieszczonymi na kilku tablicach, zaprowadzenia przewietrzania, ogrzewania, ochładzania i nawilgocania powietrza w przędzalniach i tkalniach p. *Ernesta Mehl*, przez inżyniera *C. Pierron.* Urządzenie to odpowiada, jak pokazuje doświadczenie, wszystkim wymagalnym warunkom instalacyi w warsztatach tego rodzaju. Technicy zajmujący się wentylacyą czerpać mogą w pracy omawianej pouczające wskazówki.

Zeitschrift des österreichischen Ing. und Arch. Vereins podaje szczegółowo opracowany projekt mostu Aemmä-Elf-Brücke pod Uleäburg w Finlandyi. Most projektowany jest półparaboliczny, rozpiętości 80 *m*. Autorem projektu jest inż. *Strukel*, prof. w Szkole polit. w Helsingfors. Rzecz ta z pożytkiem czytaną być może, bo podaje drobiazgowe opisanie doświadczeń jakie dopełniano z żelazem do budowy użyć się mającem, z uwzględnieniem jego przeznaczenia do oddzielnych części budowli. Oprócz tego przeprowadzono cały szereg obliczeń analitycznych, oraz graficznych wykreśleń.

Zeitsch. des V. deutsch. Ingen. Ważnym nabytkiem w hydraulice jest praca p. *Freze*, prof. w wyższej Szkole technicznej w Hanowerze. Jest to obszerne bardzo sprawozdanie, pomieszczone w zeszytach 49, 50, 51 i 52, z doświadczeń przeprowadzonych nad ilością przepuszczanej wody przez przewały. Doświadczenia dokonywano w śluzie oddanej do tego użytku pod Hanowerem. Autor opisuje najprzód przygotowania jakie poczynić należało przed zaczęciem doświadczeń,— następnie podaje ich wyniki, dyskutuje analitycznie i zestawia je z wynikami najnowszych doświadczeń z r. 1886 *Barin'a* we Francyi, oraz z doświadczeniami *Fteley'a* i *Sterns'a* w Szkocyi, a także i dawniejszemi jak *Poncelet'a*, *Lesbros*, *Castel'a*. Liczne szkice i tablice dopełniają tej pouczającej pracy.

Z działu mechaniki praktycznej nie są bez użytku dwa treściwe artykuły w zeszycie № 50. Pierwszy z nich zastanawia się nad sposobami należytego umocowania w podstawie słupów pionowych w żurawiach do podnoszenia ciężarów. — Drugi zaś wskazuje sposób graficzny wyznaczania prędkości w drążkach korbowych. Zaznaczyć tu również wypada notyskę o nowych ulepszeniach w zakresie narzędzi i przyrządów używanych przy wyrobach metalowych.

Zeszyt № 2, 1891 podaje na czasie będące studyum porównawcze nad kosztami urządzenia motorów w małych domowych warsztatach. Autor rozdziela maszyny w warsztatach takich używane na dwie głównie kategorye: t. j.

maszyny zasilane przez jedną stacyę centralną, jak maszyny gazowe, elektryczne, o zgęszczonem powietrzu i maszyny w których siła motorowa wytwarza się na miejscu, jak maszyny parowe i naftowe.

Koszty używania maszyny zależą oczywiście od miejscowych warunków. Przyjmując jednak do obliczeń pewną średnią wartość, czy to węgla, gazu lub wody do wytworzenia siły potrzebnych, autor oblicza najprzód koszty urządzenia maszyny, a następnie koszty jej wyzysku odpowiednio do siły jaką ona ma wydawać. Porównanie tych kosztów, w maszynach $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1, 2 aż do 6 koni, i trwaniu pracy przez 5 lub 10 godzin uwydatnione są w jednej liczebnej tablicy. Z niej się pokazuje, że koszty wyzysku maszyn gazowych, parowych i o powietrzu ogrzanem mało się różnią od siebie. W motorach bardzo małych, maszyny gazowe są najtańsze, w małych nieco tańsze od maszyn parowych, które to ostatnie taniej znowu wypadają przy użyciu większych silnic.— Silnice zaś elektryczne i za pomocą powietrza zgęszczonego równoważą się prawie w kosztach wyzysku, i maleją jednocześnie w miarę zwiększania się siły. I tak, w silnicach o $\frac{1}{4}$ konia, koszt strumienia elektrycznego oblicza się na 0,50 marek; w silnicach o 3-ch koniach jest on tylko 0,36 marki. Maszyna o sile $\frac{1}{4}$ konia, poruszana powietrzem zgęszczonem, kosztuje 1,09 do 1,25, o sile zaś 3-ch koni 0,47 do 0,50 marek.

Centralblatt der Bauverwaltung podaje w zeszycie 47 warunki techniczne jakie przepisano dla dostawców smarów mineralnych na kolejach żelaznych, i w ogóle dla różnych maszyn parowych. Smary te, według przepisanych warunków, powinny posiadać ciężkość gatunkową co najmniej 0,90 do 0,925 przy temperaturze 20° C. i posiadać płynność, której granice przy temperaturze

	20°	30°	40°	50° C. winny być:
najwyższa	2,5	1,3	0,8	0,6
najniższa	1,5	0,8	0,5	0,4

Smar ogrzany do 160° C. nie powinien wydzielać pary zapalnej, a przy —5° C. winien jeszcze zachować swą płynność. Warunki opisują przy tem dokładnie sposoby postępowania przy próbach do ocenienia czy i o ile przedstawione smary czynią zadość naznaczonym wymaganiom.

W zeszycie Nr. 52 znajdujemy notyskę o doświadczeniach dokonanych na stacyi doświadczalnej przy ministeryum robót publicznych w Berlinie, nad własnościami i wytrzymałością zapraw hydraulicznych z puzzolany, oraz cementów portlandzkiego i rzymskiego. Przy doświadczeniach tych zwrócono uwagę na różnicę w mierzeniu cementów stosownie do tego czy je się ubija, czy też lekko nasypuje,— różnice te są dość znaczne. I tak 1 litr

	ubity	nasypany
puzzolany waży:	1,429 *kg*	0,963 *kg*
cementu portl.	1,947 „	1,307 „
„ rzymsk.	1,269 „	0,823 „

Własności więc zapraw, jak ich stopień i szybkość twardnienia, ich wytrzymałość na ciągnienie i ściskanie zmienne są, zależnie od tego czy robiono mieszaniny z piaskiem w stosunku wagi, czy też objętości. Zaprawa np. z cementu pewnego gatunku portlandzkiego, w stosunku 1 : 3 piasku, biorąc na wagę, zanurzona w wodzie 28 dni wytrzymuje na wyciąganie 20,9 *kg* na 1 m^2, w powietrzu 23,65, — biorąc zaś objętościowo, będzie 19,2 *kg* w wodzie a 20,05 na powietrzu.

Gesundheits Ingenieur. W Numerach 20, 22, 23 i 24 roku zeszłego pomieszczoną jest obszerna praca p. *H. Albrecht'a*: „O budowie nowszych szpitali". Architekci znajdą w pracy powyższej wiele cennych i pouczających wskazówek, które im posłużyć mogą przy projektowaniu tego rodzaju budowli.

Zeszyt 1 tegoroczny zaczyna się od pracy prof. *Rietschel*: „O obliczaniu wymiarów części składowych, jak kocioł do ogrzewania wody, rury rozprowadzające przy zaprowadzaniu ogrzewania za pomocą wody gorącej". Autor na wstępie robi uwagę, że system taki ogrzewania nie odpowiadał w wielu razach oczekiwaniom, z powodu niedbale lub niezasadniczo dokonanych obliczeń. Stawia więc sobie za zadanie autor podać, o ile można najprostsze wzory matematyczne do użycia ich w praktyce, a nadto ułatwia ich zastosowanie tablicami liczebnemi, i objaśnia ich użycie.

Tak w zeszycie tym zresztą, jak i w poprzedzających znajdują się treściwe ale ciekawe wzmianki o wielu ulepszeniach w przyrządach mechanicznych pod względem bezpieczeństwa w ich używaniu.

Schweizerische Bauzeitung. Opis kolei wąsko-torowej Landquart-Davos, szerokości 1 *m*, podany w zeszytach 9, 10 i 11, mieści w sobie, oprócz szkiców objaśniających, sposoby umocnienia skarp w miejscowościach gdzie linia wije się kręto u podnóża stoków; oraz szkiców murów oporowych, rysunki dość szczegółowe parowozów i wagonów, jakie zastosowano, jak również typy zabudowań stacyjnych i rozkładu torów.

Wochenschrift des Oester. Ing. u. Arch. Vereins. Kapitan inżynieryi wojskowej *Bock*, ogłasza w zeszytach 3 i 4 z r. b. wyniki swoich doświadczeń z drewnianemi belkami złożonemi różnych typów. Wyniki te wykazały zadziwiającą różnicę między wytrzymałością obliczoną a wypadającą z doświadczenia. Okazało się ostatecznie, że wytrzymałość belek takich wynosi zaledwie 45% do 55% wytrzymałości na jaką liczono. Okazało się nadto, że śruby wiążące belki, albo też kliny, nie przeszkadzają przesuwaniu się belek pojedynczych jedna po drugiej podczas obciążenia. Ponieważ wyniki otrzymane są najzupełniej niezgodne z przyjmowanem dotąd zapatrywaniem się techników, obudziły więc one wielkie zainteresowanie się tym przedmiotem, i podnieciły do ściślejszych badań teoretycznych nad belkami złożonemi. Profesor *Melun* pierwszy wystąpił i ogłosił swą pracę w N. 6 tegoż pisma. Przedmiot to jest doniosłego znaczenia. Uważamy więc za właściwe nie ograniczyć się na tej doraźnej o nim wzmiance, ale doń powrócić w jednym z następnych zeszytów naszego pisma, i podać obszerniejsze streszczenie wykonanych doświadczeń, a zarazem dostateczny wyciąg z teoryi profesora *Melun*.

J. G.

SPRAWOZDANIA Z POSIEDZEŃ
stowarzyszeń technicznych.

Sekcya I Techniczna, Oddziału Warszawskiego Popierania Przemysłu i Handlu, w miesiącu styczniu roku bieżącego odbyła dwa posiedzenia, a mianowicie: w dniu 7 i 20 tegoż miesiąca.

Na posiedzeniu pierwszem, po odczytaniu protokółu z ostatniego zgromadzenia, p. *Remer* wypowiedział odczyt o „różnicy systemów maszyn parowych dwucylindrowych".

Streściwszy w krótkich słowach historyę maszyny parowej i jej konstrukcyi, p. *Remer* mówił najprzód o przebiegu i kierunku postępu w celu ulepszenia takowej, od pierwszej chwili zbudowania maszyny parowej do obecnego czasu.

Gdy maszyna parowa, zbudowana przez *Watt'a* w roku 1770, o sile 50 koni par. posiadała cylinder o 800 *mm* średnicy i 1000 *mm* skoku i zużywała na konia par. i godzinę 45 *kg* pary;— maszyna współczesna, o takiejże sile, posiada cylinder o wymiarach 400 *mm* średnicy i 800 *mm* skoku i zużywa 11 *kg* pary na godzinę i konia parowego.

Następnie, przeszedłszy do streszczenia zasady działania maszyny parowej wogóle — mówca rozpatrzył zjawisko zasadnicze zupełnie teoretycznie i naukowo, podał główniejsze fakty, wpływające na odstępstwo rzeczywistego zjawiska działania maszyny od zasady teoretycznej, i wykazał pobudki, które skłoniły do budowania maszyny dwucylindrowej *Woolf'a*, sprzężonej (Compound) i bliźniaczej, streściwszy jednocześnie w słowach jasnych teoretyczną zasadę i sposób graficzny uwidoczniania takowej (przedstawiając wykreślone diagramy) dla każdego systemu wspomnianych maszyn dwucylindrowych.

Najwięcej dziś używane z maszyn dwucylindrowych są maszyny sprzężone i bliźniacze. Pierwsze zalecają się ekonomią w paliwie, regularniejszym biegiem, a są nadzwyczaj odpowiednie w razie konieczności posiadania maszyny parowej: bez koła rozpędowego, o zmiennym kierunku biegu lub

maszyny często wstrzymywanej i puszczanej w ruch. Maszyna bliźniacza jakkolwiek mniej ekonomiczna jest jednakże w tychże warunkach nie zastąpioną z powodu swego regularnego biegu.

Następnie p. inż. *Sokal* zabrał głos w ciekawej i nowej kwestyi, a mianowicie mówił o projekcie inżyniera *Duvillard'a*, zaopatrzenia m. Paryża w wodę, czerpaną w jeziorze Genewskiem.

Brak dobrej i czystej wody w należytej ilości, jaki odczuwać się daje coraz wyraźniej Paryżowi w miarę wzrostu ludności i jej potrzeb, — skłania inżynierów francuzkich do wyszukiwania sposobu zadośćuczynienia tej pierwszorzędnej dziś potrzebie wielkiego miasta i poszukiwania wody u źródeł nawet w dalekiej odległości położonych, jak jeziora Neuchatêl i Genewskie.

Pierwszem zadaniem jest wynalezienie źródła wody w wielkiej obfitości, a przytem wody czystej. Dziś Paryż posiada wodę, czerpaną z Sekwany, niezbyt czystą, gdyż zanieczyszczoną przez ludność licznych wiosek i miasteczek, w ilości 450 tysięcy metrów sześciennych na dobę i ze źródeł w ilości 140 tysięcy metrów sześciennych na dobę, co razem odpowiada niewielkiej ilości wody na mieszkańca i dobę, gdyż tylko 220-u ltr.

Nowy projekt wskazuje na obfite źródło wody dla Paryża w jeziorze Genewskiem, mającem powierzchni 600 kilometrów kwadratowych i posiadającem wodę wysokiej czystości. Badania nad zawartością wody jeziora Genewskiego, czynione przez *Sainte-Claire Deville'a*, *Risler'a*, *Walter'a* i innych wykazały, iż czystość wody jeziora jest wysoką i znacznie przewyższającą czystość wody Sekwańskiej; z tego więc powodu można oczekiwać, iż zaopatrzenie Paryża, w proponowaną wodę, — wpłynie znakomicie na zdrowotność miasta, podobnie, jak to miało miejsce w Genewie po zaopatrzeniu takowej w wodę z tegoż jeziora.

Nowy projekt zaopatruje Paryż przewodem długości 539 kilometrów w wodę w ilości 24 metry sześcienne na jedną sekundę [1]) czyli 2.200.000 metrów sześciennych na dobę co odpowiada ilości 1000 ltr. na mieszkańca i dobę.

Jakkolwiek ilość wody, zaczerpywana dla Paryża, wraz z ilością wody, dostarczanej dziś dla Genewy, stanowi razem ilość olbrzymią — jednakże obniżenia normalnego poziomu jeziora nie odczuło by się;— gdy tymczasem projektowana ilość wody dostarczana dla Paryża i następnie przez kanały ściekowe spuszczana do Sekwany, znacznie wpłynęłaby na podwyższenie poziomu i przyspieszenie biegu rzeki.

Fakt ten podwyższenia poziomu rzeki i przyspieszenia jej biegu jest faktem nie bez znaczenia, tak dla żeglugi, jak i pod względem hygienicznym.

Różnica poziomów wody przy początku wodociągu w jeziorze i przy końcu w Paryżu, wynosi 268 metrów. Długość wodociągu — 539 *km*; spadek więc jednostajny wynosiłby pół metra na kilometr.

Projektowany przewód wodociągowy wytknięty został w następujący sposób: Woda zaczerpywana przy wschodnim brzegu jeziora, w odległości 400 metrów od brzegu, przeprowadzić się projektuje od zaczerpnięcia na południo-zachód wzdłuż granicy francuzko-Szwajcarskiej, obok St Julien, przecinając Rodan i znowu się do niego zbliżając; poczem kierunek wodociągu zwraca się na północo-zachód i biegnie w kierunku prawie prostym, do Paryża z trzema tylko znaczniejszemi załamaniami, przecinając góry, niziny i kanały.

Przeprowadzenie tego wodociągu związane jest z budową wysokich akwaduktów, mostów, tuneli i nasypów, z których znaczniejsze są: przejście pod rzeką Arvą, akwaduky i mosty nad Rodanem, Saône'ą i pięcioma mniejszemi rzekami.

Szwajcarya nie powinna stawiać przeszkód zaczerpnięciu wody z jeziora, raz z powodu, iż smok i przewód znajdują się na terytoryum, francuzkiem; powtóre, iż rzeczki i źródła francuzkiego brzegu dostarczają do jeziora ilość wody równoważną z ilością proponowaną do zaczerpnięcia dla Paryża.

Przewód wodociągowy projektuje się zbudować w sposób zależny od terytoryum, przez który przechodzić będzie, a więc w sposób czworaki: 1) jako kanał na powierzchni ziemi ułożony; 2) jako most akwaduktowy; 3) jako głęboki przewód podziemny lub 4) rury stalowe. Zaczerpnięcie wody projektuje się z głębokości 35 metrów. Temperatura wody, zaczerpniętej z tej głębokości, wynosi w lecie 8°, w zimie zaś 5°.

Wodociąg w formie kanału, na powierzchni ziemi ułożonego, zbudować się projektuje z cegły o ścianach wewnętrznych pokrytych powłoką cementową. Dla zabezpieczenia od zmian atmosferycznych, kanał wspomniany przykryty ma być sklepieniem z betonu 0.20 metra grubości, warstwą ziemi i darniną.

Wymiary kanału przy spadku 0,00025 — są następujące: szerokość wewnętrzna 6,20 metr. wysokość wody 3,00 metry. Akwadukty mają być murowane na takichże filarach do 40 metrów wysokości i sklepieniach ½ metra grubych. Przewody podziemne murowane na cement, wykonać się projektują o przecięciu prawie okrągłem, o podstawie więcej płaskiej, a sklepieniu więcej wypukłem. Średnica przekroju dla przewodów o spadku 0,00025 wynosi średnio około 5½ metra.

Nakoniec rury stalowe, o średnicy 3 metry, wewnątrz pokryte powłoką cementową 25 *mm* grubą,— ułożyć się projektują w dwóch rzędach dla zabezpieczenia się na wypadek pęknięcia.

Jako minimalne ciśnienie wody dla Paryża, projekt przyjmuje 35 metrów po nad chodnik domu, zasilanego wodą.

Woda, przybywająca do Paryża, na wysokości średnio 102 metry po nad poziomem morza zasilać będzie w stanie bezpośrednio te dzielnice, których ulice położone są po nad poziomem morza na wysokości 67 metrów, jak np. Trocadero. Pozostałe zaś dzielnice: wyższe i więcej jak o dziesięć metrów niższe od Trocadero, podzielone zostaną na strefy: dwie strefy niższe, z których jedna o 10, a druga o 20 metrów niższa od Trocadero, i 3 wyższe, posiadające rezerwoary na wysokości 112, 152 i 192 metry nad poziom morza.

Woda, spadająca z rezerwoaru głównego do dwóch niższych, wydawać będzie pracę=3500 koni parowych, część której w ilości 1400 koni parowych, zużytą będzie w celu podnoszenia wody do rezerwoarów górnych.

Rury, rozprowadzające wodę po mieście, mają być stalowe, jako, podług projektodawcy, ekonomiczne i bezpieczne.

Koszt wszystkich powyższych robót, wraz z ułożeniem rur w Paryżu, obliczony został na 500 milionów franków. Projekt przypuszcza zbudowanie powyższego wodociągu przez Towarzystwo akcyjne, oparte na następujących zasadach.

Koncesya na lat 99, poczem wodociąg przechodzi na własność państwa lub miasta. Dla miasta bezpłatnie dostarczaną będzie woda w dzień: powszedni w ilości 200000 metr. sześc., a w niedzielę i święta dwa razy tyle, woda sprzedawaną będzie po cenie najwyższej 0,25 fran. metr. sześc.. przy użyciu do 30 metrów sześc. na dzień, i najniższej 0,06 fr., przy użyciu po nad 100 metrów sześc. dziennie.

Projekt nowego wodociągu paryzkiego przewiduje także zbudowanie odnogi 40 *km* długiej od głównego przewodu wodociągowego do Lyonu w celu dostarczenia do tegoż miasta wody w ilości 4 metry sześc na 1 sekundę, jako siły motorycznej (przy spadku przeszło 100 metrów) i jako wody nadzwyczaj czystej.

Przy końcu posiedzenia nastąpił wybór delegata ze strony sekcyi technicznej do komitetu muzeum rzemieślniczego, zapraszając na stanowisko to p. inż. *Łatkiewicza*.

Na posiedzeniu w dniu 20 stycznia 1891 r. po przeczytaniu protokółu z poprzedniego zebrania, p. *Krzyżanowski* przystąpił do opisania perspektografu *Fioriniego* przedstawionego na wystawie w Turynie. Przyrząd ten w zasadzie nie różniący się od dotychczas używanych, tenże cel mających, — odznacza się większą prostotą, tem samem łatwiejszym jest w użyciu, oraz znacznie mniejszemi omyłkami, nieuniknionemi przy jego zastosowaniu. Wykład prowadzony był bez okazania samego przyrządu, a tylko z pomocą jego rysunku, opisem sposobu postępowania przy jego użyciu i okazami rysunków przyrządem tym wykonanych; w dyskusyi nad tym przedmiotem zabrał głos p. *Goldberg*, zwracając uwagę na to, że przyrządem tym nie możnaby wykonać rysunków większych nad ¼ część rajzbretu a więc 20 *cm*

[1]) Wydajność Sekwany = 30 metr. sześć. na 1 sek.

w kwadrat, a przytem niezupełnie dokładnie. Prelegent zaś wyjaśnił, iż zwiększenie uzyskać można zmianą w konstrukcyi przyrządu, natomiast dokładność rysunku osiąga się przez wprawę.

Następnie zabrał głos p. *Szuch* w celu wypowiedzenia odczytu o maszynach oziębiających systemu *Lindego*. Poprzedziwszy wykład swój uprzednim przypomnieniem niektórych praw z termodynamiki, mówca uprzytomnił własności ciał wogóle, mogące służyć do wytwarzania zimna. Amoniak jako wrący pod ciśnieniem 1 atm. przy 30° najodpowiedniejszym w tym celu jest materyałem i służy w maszynie Lindego z tego powodu za ciało pośrednie przy wymianie ciepła.

Maszyna *Lindego*, składa się z trzech zasadniczych części: pompy, zgęszczającej pary amoniakalne, kondensatora przyjmującego z pompy skroplony amoniak i właściwego oziębiacza w formie wężownicy, w którym amoniak ze stanu płynnego przechodzi w lotny.

Na zakończenie posiedzenia przystąpiono do wyboru delegata dla spraw biblioteki i czytelni, składając czynności te w ręce p. inż. *Wawrykiewicza*.

Poczem p. *Komar* przedstawił do zbadania i oceny swój nowo wynaleziony środek *Antisedimentit*, przeciwko tworzeniu się kamienia w kotle. W tym celu wybrano komisyę do przedwstępnego rozpatrzenia przedmiotu, złożoną z pp. *Szucha*, *Marczewskiego* i *Rosmana*. *P. S. D.*

PRZEGLĄD
CELNIEJSZYCH ROBÓT, ULEPSZEŃ I WYNALAZKÓW.

URZĄDZENIA MIEJSKIE (KANALIZACYA, WODOCIĄGI i t. p).

Oczyszczanie wód ściekowych w osadnikach frankfurtskich, zużytkowanie osadu dla rolnictwa i skład chemiczny szlamu w osadnikach, podług wykładu d-ra *B. Lepsiusa*, w Towarzystwie fizycznem we Frankfurcie n/Menem. Prelegent objaśnia, przy pomocy modelu i licznych rysunków przedstawiających zakład do klarowania wód ściekowych — przebieg procesu i stwierdza doświadczalnie działanie przy klarowaniu mętów w kanale poczerpniętych za pomocą siarczanu glinki i mleka wapiennego.

Dokładnych poszukiwań nad działaniem tych i innych odczynników, dokonali wspólnie *Lindley*, d-rowie *Spiess*, *Libbertz* i prelegent. Pięć szeregów doświadczeń uskuteczniono, podczas których brano próby *a*) przy dopływie *b*) po dodaniu odczynników i *c*) przy odpływie wody klarownej. W próbach tych oznaczono ilość osadu, straty przy spalaniu, ilość części mineralnych, zawartość części organicznych łatwo się rozkładających biorąc pod uwagę wodę ściekową, części zawieszone, i rozpuszczone.

W tych ostatnich oprócz chloru, kwasu siarczanego, glinki, tlenku żelaza, wapna jako gips i nie— gips udeterminowano i zawartość amoniaku. Badano przytem 3 metody klarowania:

1) Klarowanie za pomocą siarczanu glinu i wapna.
2) Klarowanie wyłącznie wapnem.
3) Klarowanie bez dodatku odczynników chemicznych.

Równocześnie przeprowadził dr. *Libbertz* oznaczenie zawartości bakteryi. Poszukiwania chemiczne stwierdziły, że wszystkie trzy odmienne metody klarowania w rezultatach małe dają różnice, że zatem metoda *mechaniczna* zastosowana przy osadnikach, okazała się zadawalniającą, a co zatem idzie, że działanie osadników przez dodatek odczynników chemicznych nie o wiele się właściwie ulepsza. Szczególnie dobrze osadzały się w tych basenach 80 *m* długości przedmioty zawieszone, a mianowicie domieszki organiczne mniej dobrze, jak łatwo zrozumieć, substancye rozpuszczone. Gdy klarowanie mlekiem wapiennem najmniej jest skutecznem w strącaniu mętów—gdy dalej osad okazał się bogatym w wapno, przez co jego wartość nawozowa się zmniejszyła, metoda ta jednakże pod względem bakterjologicznym przedstawia się bardzo dodatnio skutecznością swoją.

Prelegent opierając się na tych wynikach, proponuje by pierwiastkowo przeprowadzić klarowanie mętów drogą mechanicznego działania bez dodatku wapna, a następnie dopiero zastosować mleko wapienne do wody już klarownej. Tym sposobem osiągniętoby dwie korzyści: raz otrzymawszy dobry i dla rolnictwa przydatny osad — a dalej spełnionoby wymogi hygieny, przez dostateczną dezynfekcyą płynu spławianego do rzek.

W dalszym ciągu prelegent dotyka innych jeszcze prób i doświadczeń, przedstawiających również doniosłe wyniki w sprawie ogólnie ważnej: klarowania ścieków kanałowych.

Są to metody chemiczne, a mianowicie pierwsza przez dodanie siarczanu żelaza i wapna, druga kwasu fosfornego z wapnem. Doświadczenia z siarczanem żelaza i wapnem przeprowadzono w podobny sposób jak w listopadzie 1887, i w maju i czerwcu 1888 roku, a mianowicie przez zmieszanie wód ściekowych w galeryi dopływowej z odczynnikami chemicznemi w stosunku wagi 100 części siarczanu żelaza na 35 wapna.

Rezultat był następujący: przedmioty zawieszone i podlegające osadzaniu, opadały obficiej niż przy innych metodach; w mniejszym jednak stopniu skoro były rozpuszczone.

Przyczyny tego zjawiska szukać należy w tem, że osad zawierający wodan tlenku i żelaza, który się tworzy przez strącanie siarczanem żelaza i wapnem, przez swoją ciężkość skuteczniej porywa cząsteczki zawieszone niż to przy mechanicznem klarowania spodziewać się było można, lub przy strącaniu glinką przez wodan tlenku glinu lub przy klarowaniu wapnem przez wodan wapnia.

Wobec tego, że przedmioty w zawieszeniu się znajdujące w każdym wypadku w korzystnym bardzo stosunku usunąć było można, natomiast rozpuszczone ciała organiczne pozostały prawie zupełnie w wodzie ściekowej, metodę tę uważać należy za mało korzystną, a wartość jej w porównaniu do innych sposobów klarowania mętów mało co większą albowiem wady, które są cechą charakterystyczną z jednej, przewyższają zalety z drugiej strony.

Klarowanie za pomocą kwasu fosfornego i wapna i próby zaczerpnięte odbywały się w tenże sam sposób jak przy próbach powyższych. Czas trwania klarowania wynosił 90 godzin, to znaczy 6.428 dni po 14 godzin.

Co do tej metody to zastosowanie jej polega na następujących poglądach: dawniejsze metody do klarowania i strącania mętów, czyniły osad dla rolnictwa nieprzydatnym, albowiem nawóz przez domieszki glinki, wapna, tlenek żelaza, mocno obciążony, rozcieńczony lub zdeprecyonowany; szło więc teraz przy zastosowaniu nowej metody o dodanie takich odczynników, któreby skutecznie działając przy klarowaniu samem, nie obniżały wartości szlamu w osadnikach, zmieniając te ostatnie w rodzaj fabryki nawozów sztucznych. Przy tem rozumowano tak, że gdyby nawet cena nowych odczynników znacznie była wyższą od dawniej stosowanych, to jednak w rezultacie, manipulacya okazaćby się musiała bardziej ekonomiczną, albowiem wartość odczynników powiększałaby wartość nawozu.

Jednym z najważniejszych środków odżywczych dla roślin, jest kwas fosforny, który przy fabrykacyi sztucznych nawozów wchodzi jako fosforan. Środek ten stosować można do klarowania mętów na równi z innymi, przez dodanie do wody ściekowej kwasu fosfornego i mleka wapiennego.

Przy tej sposobności zaznaczyć wypada, że w ciągu doby uzyskano 127.4 m^3 osadu, przy produkcyi 25000 m^3 wód ściekowych, że zatem z jednego litra wody brudnej otrzymano 0,0059096 litrów osadu.

Oddziaływanie tej ostatniej metody na cząstki organiczne, łatwo się utleniające, przedstawia przebieg podobny jak przy metodach dawniejszych. Ilość tlenu przy materyałach zawieszonych lub rozpuszczonych jedna i ta sama jak przy innych metodach.

Jest to nowy dowód dla poparcia wywodów prelegenta, że działanie klarujące nie zasadza się tyle na odczynnikach chemicznych, jak raczej na pracy mechanicznej, co przemawia za *szczęśliwym pomysłem basenów osadowych*.

W tych słowach zawarty też jest sąd o metodzie w mowie będącej: metoda ta posiada pewne zalety w porównaniu do innych metod, jednakże posiada i pewne wady, które znoszą po części zalety, tak, że klarowanie wód ściekowych za

pomocą kwasu fosfornego, nie przewyższa ani innych metod chemicznych, ani też mechanicznego sposobu osadzania mętów. Oczekiwania podwyższenia wartości szlamu zawiodły tembardziej, że więcej niż ½ kwasu fosf. traci się napróżno.

Konkluzya. Powyższe badania przekonały, że stosowanie odczynników chemicznych, nie przedstawia wybitnych zalet przed klarowaniem mechanicznem i nie ma dostatecznej zasady do zalecania pierwszego sposobu przed drugim. Rozumie się samo przez się, że orzeczenie takie nie ma znaczenia ogólnego dla klarowania ścieków, a odnosi się do wypadku specyalnego, mianowicie do osadników frankfurtskich. Dla innych zaś wypadków, stosując osadniki podobne w urządzeniu i wymiarach, uwzględniając szczególnie wymiar podłużny, można będzie klarując mechanicznie osiągnąć conajmniej tyle, ile się da osiągnąć w osadnikach o mniejszych wymiarach przy dodaniu odczynników chemicznych, a więc przy pomocy dużych kosztów bieżących.

E. Sokal.

KRONIKA BIEŻĄCA.

Koleje miejscowe w Galicyi i na Bukowinie, graniczące z koleją Lwowsko-Czerniowiecką, przez *E. A. Ziffra*, inż. cyw. Wiedeń. (Die Lokalbahnen in Galicien und Bukowina im Anschlusse an die k. k. priv. Lemberg-Czernowitz-Jassy Eizenbahn von *E. A. Ziffer*).

Koleje miejscowe galicyjskie i bukowińskie doczekały się monografii, którą wydał inż. *Ziffer*, radca zawiadowczy tych kolei, bardzo czynny członek komitetu wykonawczego. W Galicyi zbudowano dwie koleje miejscowe, graniczące z koleją Czerniowiecką, kolej ze Lwowa do Bełzca i granicy rosyjskiej i z Kołomyi do Słobody Rungurskiej, gdzie istnieją bogate kopalnie naftowe. Ta ostatnia kolej jest tramwajem parowym czyli koleją drogową, gdyż idzie przeważnie po istniejącym gościńcu, w niektórych tylko miejscach z powodu za wielkich spadków musi się osobno rozwijać. Oprócz tego podał autor wypracowany zupełnie projekt tramwaju parowego we Lwowie i ze Lwowa do fabryki tytoniu w Winnikach. Na bukowinie zbudowano najprzód kolej miejscową ze Sadagóry niedaleko Czerniowiec do granicy rosyjskiej w Nowosielicy, dalej ze stacyi Hliboki do Berhometu, Czudyna i Międzybrodzia, z Hadikfalwy do Radowięc i z Hałny do Kimpolungu z odnogą do Mołdawicy. Autor opisuje historyę budowy tych wszystkich kolei, budowle ziemne, mosty, budowle torowe i nadziemne, urządzenie stacyj i całej kolei, tabor kolejowy. Dalej mówi o kapitale budowlanym, o organizacyi ruchu, o taryfach osobowych i towarowych, o wynikach ruchu osobowego i towarowego i wynikach finansowych. Treść więc publikacyi jest bogata i zajmująca. My tu ograniczymy się tylko na zdaniu sprawy z jednej cząstki dzieła, z mostów zbudowanych na tych kolejach miejscowych.

Na kolei *Lwowsko-Bełzeckiej* niewiele widzimy mostów. Przy wszystkich mostach i przepustach zbudowano przyczółki murowane na zaprawie hydraulicznej. Na uwagę zasługują z mniejszych przepustów przepusty rurowe. Użyto tu mianowicie rur z żelaza lanego o średnicy wewnętrznej 30 i 50 *cm*. Rury te spoczywają wprost na ziemi lub na warstwie betonu, a tylko końce ich u wylotu tkwią w murach czołowych. Rury 80 *cm* długie opatrzone są krysami. Największe mosty nad Ratą, Łukawicą i Moszczaną po 20 *m* rozpiętości ,mają belki kratowe równoległe.

Na kolei *Kołomyjskiej*, największy most jest na Prucie. Jest on drewniany, ma jednak przyczółki murowane, 4 przęsła po 15 *m* i 8 przęseł po 13,3 *m*. Jarzma są z drzewa dębowego. Belki główne są zazębione. Most ten służy tylko dla kolei, inne zaś mosty przeważnie drewniane służą dla drogi i kolei. Część mostu służąca dla kolei jest więc znacznie silniejszą.

Koleje Bukowińskie są z wyjątkiem kolei Nowosielickiej kolejami górskiemi, tu więc mosty są daleko ciekawsze. Mostów żelaznych jest tu stosunkowo niewiele i to tylko na kolei Nowosielickiej, więcej drewnianych i kamiennych. Żelazne obliczano dla natężenia dopuszczalnego $\tau = 900$ *kg* na cm^2, a nity na ścinanie $\tau_1 = 700$ *kg* na cm^2, drewniane dla natężenia dopuszczalnego 80 *kg* na cm^2 tak dla belek pojedynczych jak i złożonych.

Z mostów kamiennych zasługują na wzmiankę długie bardzo przepusty pod wysokimi nasypami. Najdłuższy taki przepust na szlaku Hałna-Kimpolung jest ze skrzydłami 76,93 *m* długi na rozpiętość w świetle 1,2 *m* i leży pod nasypem 22,5 *m* wysokim. Spad dna wynosi 6 *m* a oprócz tego leży w ukosie 77°. Dno jest tu zbudowane w linii prostej pochyłej, fundament jednak betonowy w schodkach.

Ciekawym też jest most nad potokiem Blendez o rozpiętości w świetle 12 *m* w nasypie 12 *m* wysokim. Użyto tu belek zazębionych, trudność wielką przedstawiały jednak 12 *m* wysokie przyczółki. Trudność tę rozwiązano w ten sposób, że użyto skrzydeł równoległych i przyczółek wraz ze skrzydłami zbudowano na bryle betonowej prostokątnej w rzucie 11,27 *m* długiej, 5,64 *m* szerokiej a 8 *m* wysokiej. Na niej zbudowano jeszcze na całym prostokącie mur 2 *m* gruby i stąd dopiero poczyna się dzielić mur na przyczółki i skrzydła. Trudnymi do utrzymania są tu jednak stożki 12 *m* wysokie ze stoczystością 1 : 1, zbudowane bez żadnej ławeczki i tylko w dolnej części na 1,5 *m* z kamienia się składające.

Co do mostów drewnianych podnieść musimy, że używano tu tak belek zazębionych, jak i klinowych do 12 *m* rozpiętości. Jeżeli rozpiętości były większe, wstawiano jarzma drewniane podwójne. Do wysokości 4,5 *m* używano jarzm podwójnych o 10-u palach, dla większych wysokości o 12 palach. Przy moście na Suczawie użyto oprócz tego izbic składających się z 8 pali.

Kończąc wzmiankę naszą o bardzo zajmującem dziele p. *Ziffra*, wyrazić musimy ubolewanie, że rysunki są przeważnie wykonane w tak małej podziałce, że przy ich studyowaniu trzebaby chyba używać lupy. Pojmujemy, że względy oszczędności skłoniły autora do wyboru tak małej podziałki, ale dzieło samo zyskałoby wiele na tem, gdyby przy większej podziałce można poznać także szczegóły ustrojowe, gdy obecnie można mieć tylko z tych rysunków wyobrażenie o ogólnem założeniu mostów. W krótkim czasie spotykamy się już z drugiem równie cennem dziełem, którego rysunki są w tak małej podziałce, chcemy tu mówić o cennej monografii kolei Arulańskiej, ogłoszonej urzędownie w roku bieżącym. Podnosimy tu umyślnie tę stronę ujemną małej podziałki, aby zwrócić uwagę nakładców na szkodę, jaką przez to dziełu wyrządzają.

Maksymilian Thullié, inż.

Lodownię systemu Monier. Niedawno zbudowano w Potsdam pod Berlinem lodownię, o której Centralblatt f. Bauverwaltung następujące podaje szczegóły:

Lodownia obliczona na 30 m^3 lodu, posiada kształt cylindra, o średnicy w świetle 1,70 *m* i wysokości 3,20 *m*. Obwód zarówno jak płaskie pokrycie składają się z podwójnych ścianek Monier grubości 5 *cm*. Przestrzeń pomiędzy ściankami 15 *cm* od siebie oddalonych wypełniono złym przewodnikiem ciepła, a mianowicie popiołem koksu. Betonowe dno lodowni pochylone jest ku środkowi, i tam znajduje się studzienka o średnicy 0,40 *m*, w której gromadzi się woda z topniejącego lodu. Dla odprowadzenia nagromadzonych w studzience wód umieszczona jest rura, zabezpieczająca prawidłowy ich odpływ na zewnątrz; również postarano się o przewietrzanie za pomocą rur pomieszczonych w sklepieniu.

Napełnienie lodowni odbywa się z góry przez klapę w sklepieniu założoną. Komunikacyę z wnętrzem lodowni ułatwia korytarz, wykonany w taki sam sposób jak lodownia. Wchodowe drzwi *a* drewniane, zaś otwór *b* prowadzący do lodowni zapełniony zasuwą z materyału Monier i popiołu między ściankami. Figury objaśniające konstrukcyę nie wymagają, o ile się zdaje, żadnych komentarzy.

Dla przechowywania mięsa i t. p. zbudowane zostało do korytarza wchodowego skrzydło, również systemu Monier; przybudówka posiada swój komin wentylacyjny i łączy się drzwiami z korytarzem. — Cała budowla otoczona nasypem ziemnym. Widoczne części konstrukcyi Monier dostały powłokę smołową lub asfaltową. — Koszt całości wynosi 2500 marek, a wzmiankę czynimy ze względu na to, że referent wspomnianego czasopisma odzywa się bardzo korzystnie o tego rodzaju budowlach, które i u nas po raz pierwszy zaczęto stosować przy przebudowie wielkiego teatru.

E. Sokal.

CUKROWNICTWO.

Przyczyny błędów w sprawozdaniach chemicznych naszych cukrowni; ich wielkość w praktyce i sprowadzenie do minimum.

W łamach „Dodatku do działu cukrowniczego Przeglądu Technicznego“ Nr. 21 i 22 z r. z. Redakcya Przeglądu Technicznego zwraca się z żądaniem do naszych cukrowników-chemików, motywując je obowiązkową ich powinnością: aby oznaczyli w granicach praktycznych bliższe przyczyny i wielkość błędów sprawozdań cukrowniczych, oraz możliwość usunięcia tychże błędów z kontroli chemicznej: „gdyż te niejednokrotnie przyjmując rozmiary takie, że budzą niewiarę w pożyteczność kontroli chemicznej w naszych cukrowniach“. W myśl powyższą kreślę niniejszą pracę, mając nadzieję, że nasi cukrownicy chemicy tym razem nie odpowiedzą milczeniem na tak poważne wezwanie, uczynione w imię obowiązku; a ze zbiorowej takiej pracy utworzyć można łatwo całość, dopełniająca braki sprawozdań cukrowniczych, o których niejednokrotnie z dumą wspominano w naszych pismach specyalnych.

Celem kontroli chemicznej w cukrowniach jest utrzymanie należytych granic, wyrażonych cyfrowo, w każdej z osobna manipulacyi technicznej, cukrowniczej, a określonych z góry rachunkiem handlowo-technicznym. Nie jest więc to bynajmniej krytyka osób, nadających taki lub owaki kierunek handlowy i techniczny danemu interesowi cukrowniczemu; jest to raczej jakoby plan granic do jakich posunięta lub zwinięta, jakaś manipulacya techniczna, wydała taki a nie inny rezultat handlowy, figurujący w bilansie handlowym pod tytułem: „Rachunek Fabrykacyi“, który znowu stanowi jedną z cząstek bilansu. Krytyką absolutną osób, kierujących danym interesem cukrowniczym, jest tylko bilans handlowy, którego korzystny wynik jest celem wszystkich handlowo-technicznych manipulacyi: o ile cel ten osiągnięto o tyle zbliżono się do doskonałości i przeciwnie! Tymczasem w naszych cukrowniach niektórzy kierownicy uważają kontrolę chemiczną za krytykę osobistą; a cierpiąc tę kontrolę tylko z konieczności, używają swego przeważnego wpływu i rozporządzalnych środków w celu jej paraliżowania; lub co najmniej odmawiają ze swej strony wszelkiej pomocy, potrzebnej do doprowadzenia jej działania do doskonałości. I oto jest najgłówniejszy powód niezgodności cyfr kontroli chemicznej z rzeczywistością; niezgodności budzących u nieświadomych, niewiarę w pożyteczność kontroli chemicznej w cukrowniach naszych. Jeżeli mamy dane do rachunku ilości fikcyjne, np. wagi danych materyałów cukrowniczych, albo podstawione ich próbki jakościowe, niemające nic wspólnego z rzeczywistością, to bynajmniej dziwić się nie można, że ostateczny rachunek sprawozdania chemicznego cukrowniczego będzie fikcyjnym, a jako taki wprawi niejednego w podziw i wzbudzi niewiarę. Takich sprawozdań nie można jednak uważać za krytykę niedołęztwa chemii cukrowniczej, ale za krytykę osób udzielających danych, do sporządzenia samego rachunku w jakiejś cukrowni.

Kontrolę chemiczną w cukrowniach dzielimy na:

1) Kontrolę materyału surowego, wziętego do przerobu.
2) Kontrolę przeróbki tego materyału.
3) Kontrolę otrzymanych z przeróbki produktów.

Co się tyczy kontroli materyału surowego, to powiedzieć można, że oznaczenie jakości buraków jest nadzwyczaj ważnem dla naszych cukrowni w dzisiejszych czasach, gdyż bogactwo lub ubóstwo buraków w cukier, potężnie wpływa u nas na pomyślny zbyt cukrowni, lub jej ruinę. Z powodu więc ważności dla naszych warunków pytania o jakości buraków, nie możemy wykluczyć z naszych sprawozdań rubryk podających skład soku buraczanego i samych buraków, a rozpocząć od soku dyfuzyjnego, wzorując się na przykładach zagranicy i to tych krajów, w których cukrownie żadnego prawie wpływu nie mają, i mieć nie mogą na jakość swoich buraków: gdyż głos ich wcale uwzględnionym nie będzie. U nas przeciwnie większość cukrowni ma własne buraczane gospodarstwo, lub wpływać może na jakość buraków plantowanych, kiedy tego okazuje się potrzeba. Za tem idzie konieczność nie zarzucenia kontroli buraków w naszych sprawozdaniach, a raczej usuwania źródeł błędów w odnośnych cyfrach.

Pierwszym warunkiem oceny chemicznej, danego materyału, jest znajomość *wagi dokładnej*. Chemia pozbawiona pomocy wagi dokładnej, natychmiast traci swój teraźniejszy charakter i wkracza w dziedzinę dawno pogrzebanej już alchemii.

Czy sposoby ważenia buraków w naszych cukrowniach są dokładne i na ile? U nas przy oznaczeniu wagi przyjętych buraków praktykują się dwa sposoby: 1) ważenie jednej lub kilku fur i podług tego przyjmowanie całego transportu na podstawie pomnożenia ilości fur przez znalezioną wagę fury, wybranej od oka, i 2) ważenie każdej dostawionej fury. Ta handlowa czynność byłaby kompletnie obojętną dla sprawozdań technicznych, gdyby zjawisko psychiczne tak nazwana przez Redakcyę: „miłość własna cukrowników“, nie wymagała następnie od techniki, jako warunku sine qua non: u jednych — wykazania manco, u drugich — al pari w burakach technicznie przerobionych, a handlowo przyjętych.

Jakkolwiek w sprawozdaniach Redakcya niejednokrotnie zastrzegała niezależność od siebie tych obu, nader ważnych dla rachunku cyfr, jednakże mimo to wszystko wzgląd buchalteryjno-handlowy pozostał w swej sile — faktem niewzruszonym.

Jakie mogą być różnice cyfrowe obu tych wielkości? Dokładnie przeprowadzone próby dla oznaczenia strat poniesionych przy kopcowaniu buraków, wykazały w razach zwykłych: około 3% uschnięcia, 1% obsypki ziemi i korzonków i ½% zgnicia, razem 4½%, do czego dodać należy stratę z oczyszczenia ziemi, jak próby wykazały, zależną: od formy buraków, rodzaju gleby i pogody przy sprzęcie, a równą — 2,5; 1,4; 2,2 — śred. 2,03% buraków, obtartych czysto i do sucha. Następnie dodawszy obłamujące się na płóczce i podnośniku korzonki słabe, których ilość według tych samych prób wynosi 0,36 — 0,79 — 0,09 — przeciętnie 0,41% wagi buraków suchych; otrzymamy jaką średnią stratę buraków, przechowanych w czasie przerobu fabrycznego, blisko 7% z wagi przyjętych, i dokładnie zważonych w cukrowni buraków. Jak widzimy, cyfra ta wahać się może między min. 6 i max. 8% wagi przyjętych z pola buraków.

W praktyce jednak fabrycznej nie robi się specyalnych każdorocznych oznaczeń, ile wypada rzeczywiście potrącić w danym roku z wagi przyjmowanych buraków na straty w czasie konserwacyi lub przerobu, ale przyjmuje się a priori do strącenia 4% — do max. 12% straty. Chociaż w rzadkich wypadkach strącenie procentu w charakterze kary za wyjątkowo wadliwe buraki, dochodzi do 25%; to jednak 12% przyjąć można za maximum, przy którem u nas nić łącząca plantatora z fabrykantem nie zrywa się ostatecznie.

Jedne fabryki pozwalają nadto wykazać w technicznem sprawozdaniu manco, czyli różnicę pomiędzy wagą przyjętych a przerobionych buraków, max. 3% z wagi przyjętych, drugie nie dozwalają najmniejszej różnicy, trzymając się zasady buchalteryjnej, że to, za co zapłacono, musi być wykazanem w przerobie, inaczej wyradza się drażliwa kwestya buchalteryjnej natury; „jak można było wydać pieniądze na to, co w rzeczywistości nie istnieje!“

Weźmy teraz pod uwagę, jak się u nas praktykuje oznaczenie wagi buraków przy technicznym przerobie. Oznaczenie to, według instrukcyi sprawozdań, ma się odbywać przed płóczką, mimo to odbywa się ono i po płóczce, na co instrukcya pozwala (może też być przed płóczką, ale po spławiaku wodnym).

Dokładne próby wykazały, że na powierzchni buraka zostaje wody 1; 2,35; 1,18 średnio 1,5% odnośnie do buraków suchych i obtartych czysto. Oprócz tej wody przybywa jeszcze tyleż wody, pochłoniętej przez buraki; będzie jej tem więcej, czem dłuższą drogę wodną przebywa burak, dostając

się do przyrządów rozdrabniających: tak—że ostatecznie buraki oczyszczone, spławione i opłókane fabrycznie, mają 94 do 96,5,— śred. 95,2% wody i ciał w niej rozpuszczonych, co się nazywa sokiem surowym w znaczeniu cukrowniczem. W cukrowniach przyjmujących buraki z plantacyi ze strąceniem 4% i następnie wykazujących jeszcze manco 3%, cyfra technicznie przerobionych buraków jest najbliższą buchalteryjnej, a rzeczywistość wahać się może, przy uwzględnieniu bezpośrednich prób, wymienionych wyżej, pomiędzy +1% i— 1%: naturalnie jeżeli nie było niezwykłych zjawisk psucia się buraków, lub innych strat i jeżeli fabryka podaje wagę buraków przed płóczką, według wymagania instytucyi. Jeżeli ta sama fabryka podaje wagę po płóczce, nie strącając około $1\frac{1}{2}\%$ na wodę pochłoniętą i zatrzymaną na powierzchni; to podaje wagę buraków zawielką i cyfra rzeczywista wahać się będzie pomiędzy $+2\frac{1}{2}$ — 0,5%. Wpływ tych dwóch sposobów technicznego oznaczenia wagi przerobionych buraków, odbija się niejednakowo na ilości cukru wziętego do przerobu fabrycznego w formie buraków; gdyż ważne po płóczce, i wykazując wagę za wielką o całą pochłoniętą i przybyłą wodę, t. j. popełniając na wadze błąd wynoszący $+2\frac{1}{2}\%$ do — 0,5% kasujemy go kompletnie, wykazując sok proporcyonalnie mniej polaryzujący, bo na tyleż procentów rozrzedzony ową wodą.

Oznaczając zaś wagę buraka przed płóczką, z potrąceniem procentów na ziemię i korzonki (1,76% do 3,29%), jak każe instrukcya, polaryzacye zaś soku buraczanego, także podług instrukcyi z krajanki — czyli po płóczce, przytem przypuszczając zgodność z rzeczywistością przyjętych procentów na ziemię i korzonki, co rzadko trafić się może, popełniamy co do ilości cukru w burakach przerobionych —błąd wahający się pomiędzy $+\frac{1}{3}\%$ i — $2\frac{1}{2}\%$, co w procentach cukru na 100 buraków może dać: przy 11% do 15% cukru: od + 0,04% do — 0,38% cukru w burakach, jako błąd praktycznie czuć się dający, i zaledwie mogący być przy analizie technicznej dopuszczonym.

Cukrownie bonifikujące sobie przy odbiorze buraków, przewidywane straty do możliwie wysokiej granicy 12%, i identyfikujące ilość buraków odebranych z ilością buraków przerobionych, wykazują tę ostatnią ilość za małą w granicach od + 6% do + 4%, co w procentach cukru na 100 buraków (11 — 15% cukru) przy wyciskaniu soku z krajanki, a więc po płóczce, wyniesie — 0,27 do —0,67%; wtedy to cukier zawarty w soku dyfuzyjnym,+cukier stracony przy dyfuzyi, będzie znalezionym w większej ilości, aniżeli wzięty w burakach do przerobu, co budzi często niewiarę do sprawozdań technicznych, z powodów jednak nie mających nic wspólnego z chemią i techniką.

Jeżeli zamiast ważenia mierzymy tylko buraki w dyfuzorach, przyjmując wagę każdego stałą, podług jednej lub kilku umyślnych prób; a próbę do analizy buraków bierzemy z krajanki; to błąd wypływający jedynie z różnicy w grubości krajanki, może wynosić ± 10% na wadze buraków i ± 1,1 do ± 1,5% na cukrze w tychże burakach. Aby się przekonać o wysokości tego błędu, wykonano następujące próby:

Okr. I przerabiano krajankę której 100 *g* ma długości = 20 kilku metrom, ładunek dyfuzora ważył na hektolitr 45,4 *kg*.

Okr. II przerabiano krajankę której 100 *g* ma długości = 40 kilku metrom, ładunek dyfuzora ważył na hektolitr 50,5 *kg*.

Okr. III przerabiano krajankę której 100 *g* ma długości = 33 metrom, ładunek dyfuzora ważył na hektolitr 50,9 *kg*.

Okr. IV przerabjano krajankę której 100 *g* ma długości = 39 metrom, ładunek dyfuzora ważył na hektolitr 50,5 *kg*.

W sprawozdaniu chemiczno technicznem, ważniejszą jest ilość cukru i niecukru, wziętego w surowym materyale, aniżeli sam surowy materyał; chcąc więc odnośną cyfrę mieć dokładną, powinniśmy oznaczać wagę buraków po płóczce, bez potrąceń na wodę przylegającą i pochłoniętą, i brać do próby krajankę; albo też ważyć buraki przed płóczką, jak każe instrukcya, ale brać buraki do próby analitycznej także przed płóczką, zatem nie w postaci krajanki.

Błędy z wzięcia próby. Dla oznaczenia wielkości praktycznej błędu, powstającego z różnego sposobu brania próby z buraków, zacznę od sposobu, stosowanego w niektórych naszych cukrowniach, a polegającego na odbieraniu przez ważącego buraki próby przed płóczką lub po płóczce, biorąc jednę sztukę z każdej wagi buraków, podług dowolnego wyboru. Sposób ten powinien być zupełnie zarzuconym, jako dający przy niejednorodnym materyale najfałszywsze wyniki. Oto przykład praktyczny wzięty w jednej z naszych cukrowni, a odnoszący się do takiego wyboru.

	Pol. bur.	w cukrzycy I	strata	na 100 cuk. w bur:
Tydz. 2-gi	13,29 cuk.	12,48	0,81% z bur.	6,0%
Tydz. 3-ci	14,02 „	12,36	1,66 „	11,8%
Tydz. 9-ty	12,66 „	12.17	0,49 „	3,8%
Tydz. 12-y	12,30 „	12,30	0,00 „	0,0%
Tydz. 13-y	12,51 „	11,93	0,58 „	4,6%
Tydz. 15-y	12,58 „	11,46	1,12 „	8,8%

W ciągu tej roboty w praktyce nie zaszło nic, coby mogło usprawiedliwić takie nagłe i wielkie skoki w stratach, prócz tylko niewłaściwego wyboru buraka, branego do próby przez robotnika ważącego i odbierającego podług polecenia po jednym buraku, mającym być przeciętną próbą każdej wagi (po 2,05 cnt. metr.). Bardzo zaś dokładne, umyślnie w tej cukrowni przeprowadzone próby wykazały, że straty w niej wynosiły rzeczywiście 11,33% na 100 cukru, zawartego w burakach. Zatem błąd, popełniany w tym wypadku, może czasami (tydzień 12) dochodzić nawet do 11,3 co przy zawartości cukru w burakach 11 — 15% może powodować błąd polegający na wykazaniu cukru w burakach mniej jak w dyfuzyi o 1,24 do 1,70%. Wszystko to naturalnie przy milczącem zezwoleniu „miłości własnej“ cukrowników, chcących wykazać małe straty w fabrykacyi.

Inny sposób brania próby z buraków, polega na braniu próby w burakowni, pod nadzorem samego technika z całej warstwy, przeznaczonej do przerobu, w sposób jakiego się używa przed kampanią przy braniu próby na polu plantacyjnem. Dla ocenienia dokładności tego sposobu wziąłem partye buraków, wynoszącą 10985 cnt. metr., wykopanych i dostawionych w dżdżystą pogodę; z tych wziąłem 52 razy próbę, z której wykonano 13 analiz. Z drugiej strony oddzielano próbkę z krajanki, z której także wzięto do laboratoryum 52 prób, rozdzielonych na 13 analiz soku z krajanki. Krajankę brano do laboratoryum tak często dla tego, żeby nie dopuścić w niej żadnych zmian powierzchownych, mogących zajść w czasie wystawania w izbie dyfuzyjnej. Jednocześnie wzięto 26 prób soku dyfuzyjnego, z których zrobiono również 13 oznaczeń; a wynik próby był następujący:

a) Cukru w soku z buraków 12,50% (tarte na tarce i wyciśnięte w prasie ręcznej szrubowej).

b) Cukru w soku z krajanki 12,39% (tarte w siekaczu miernym).

c) Cukru obliczonego z dyfuzyi 12,25% (cukier zawarty w soku dyfuzyjnym + cukier w wymoczynach + cukier w wodzie wysłodowej).

Waga buraków podana dokładna, techniczna, a cyfry należy przyjąć za zupełnie zgodne, gdyż różnicę *a—b* należy przypisać naciągnięciu wody z płóczki, której ilość podług tej różnicy obliczyć można na 1,9%; ilość ta leży w granicach wykazanych przez próby bezpośrednie, zwłaszcza że buraki do podnośnika przed płóczką doprowadzane były spławiakiem wodnym.

Nie uwzględniałem jednak tego przybytku na wadze w powyższym rachunku w myśl naszej instrukcyi, gdyż ze względów technicznych waga buraków przed płóczką nie przedstawia dla nas interesu. Różnica zaś *b—c* mieści się w granicach zmian skręcenia polaryzacyjnego, jakie zachodzą w soku buraczanym przed dyfuzyą i po dyfuzyi, o czem niżej będzie mowa.

Zatem branie próby z krajanki daje nam wyniki dokładne przy dokładnej wadze buraków po płóczce; gdyby przy tem uwzględniano wodę, powiększającą wagę buraków, to wynik byłby prawie taki sam, jak przy braniu próby z burakami przez samego chemika. Zastrzega się przytem, że należy brać próbę z krajanki w różnych odstępach czasu tak

długich, żeby nie można dostrzedz zmian powierzchownych w krajance, odkładanej w pudło do próby, co zależy zupełnie od warunków miejscowych, soki wyciśnięte natychmiast w laboratoryum, zlewać w jeden cylinder, utrzymywany stale w chłodnicy wodnej; następnie z tej mięszaniny robić próbę raz lub dwa na zmianę, z tem zastrzeżeniem, że sok będzie analizowanym wtedy dopiero, gdy sacharometr Brix'a ustali się w pokazywaniu stopni na skali, co będzie dowodem, że powietrze z soku krajankowego, zupełnie wydalonem zostało: w przeciwnym razie możemy podziwiać nadzwyczajną czystość soku z krajanki i nader zagadkowe popsucie się w następstwie na dyfuzyi. Na takie wystanie się soku krajankowego aż do ustalenia stopni Boisa, częstokroć 6 god. bywa zamało. Nieuwzględnienie tego warunku powoduje głównie owe krzyczące nieraz czystości soku buraczanego i pogorszenie soku z dyfuzyi: w mniejszym daleko stopniu zależy to zjawisko od zmiany skręcenia polaryzacyjnego po dyfuzyi, oraz przy objętościowej analizie od za słabego strącenia niecukru krajanki octanem ołowiu. W każdym razie zmiana polaryzacyjnego skręcenia niecukru najsłabszą jest w soku dyfuzyjnym, ztąd wniosek, że niecukier skręcający polaryzacye, należy do ciał trudno dyfundujących; rzeczywiście próby, które robiłem, niezależnie od oznaczeń fabrycznych, przez ciąg całej kampanii, wykazały w wyniku przeciętnym, że różnica skręcenia + w soku buraczanym bez alkoholu była równomierna, przez całą kampanię; w soku dyfuzyjnym schodziła ona do zera, a w drugiej połowie kampanii z + stała się — ; w soku wymoczyn zawsze — i utrzymywała się dosyć równo.

Roztwór otrzymany z miazgi wytrawiony alkoholem po wysuszeniu i zalaniu wodą, skręcał coraz silniej na prawo i wzmacniał swą barwę. Oznaczenie alkoholowe robione sposobem *Scheibler'a* dla buraków, a sposobem *Sickel'a* dla soków. Cyfrowe dane z tych prób tak się przedstawiają:

	Pol. alkoh. cukru %	Polaryzuje bez alkoholu Brix.	Cukier	Niec.	Sp. cz.	Różnica	Różnica na 100 niec.
Buraki	11,77	—		—	—	—	—
Sok bur.	12,69	16,3	13,15	3,15	80,6	+0,46	+14,6
Sok dyfuz.	9.76	12,4	9,71	2.69	78,3	—0,05	— 1,85
Sok wym.	0,32	0,5	0,28	0,22	56,0	—0,04	—18,22
Cukrzyca	85,30	—	85,7	6,72	92,7	+0,40	+ 5,95

Procent soku w burakach: z polaryzac. alkoholowych 92,7%, przez wysuszenie tej samej miazgi buraczanej, wytrawionej alkoholem w przyrządzie ekstrakcyjnym *Soxhlet'a* 95,2%. Miazga świeżo (35 *g*) wytrawiona alkoholem w przyrządzie *Soxhlet'a*, po wysuszeniu rozdzielona na dwie połowy, wytrawiona alkoholem w kolbce 100 cm^3, wykazała z początku kompanii 0,0 polaryzacyi;— na końcu kampanii +0,2 w rurce 400 *mm*; — wodą w początku 0,0° — w końcu — + 6,3°.

Roztwór wodny był silnie zabarwiony jak melas, w 400 *mm* zaś warstwie alkoholowej słabo tylko zabarwiony. A zatem niecukier skręcający należy do ciał zmieniających swe skręcenie z + na —, w warunkach naszych dyfuzyi, nadto może być ciałem nierozpuszczalnem, lub trudno rozpuszczalnem w alkoholu. Stąd ogólny wniosek, że niecukry optycznie czynne w burakach, nie są ciałem jednorodnem, — ale różnorodnemi. W stanie skręcenia na +, są znacznie trudniej rozpuszczalnemi i tracącemi siłę skręcania polaryz. w alkoholu i podobnie w stanie skręcenia minus, aniżeli to ma miejsce w wodnym roztworze (? *Red*).

Widzimy zatem z tych danych, że nietylko w wadze buraków i sposobie wzięcia próby z buraków; ale nawet w składzie samego soku buraczanego leży źródło błędów sprawozdań; wielkość błędu dochodzi w tym jednym wypadku do poważnej cyfry + 0,46% cukru, zaledwie dopuszczalnej przy technicznej analizie. Przybywa nam tu jeszcze *błąd ze stałego* przyjmowania 95% soku w burakach, przerabianych fabrycznie; tymczasem—jak mię przekonały przez wysuszenie miazgi, wytrawianej alkoholem w przyrządzie *Soxhlet'a* zawartość soku waha się między 94 — 96,5% w stanie oczyszczenia i wypłókania fabrycznego, błąd więc tu popełniony może wynosić od — 1 do + 1,5% w soku: a — 0,17 do + 0,25% cukru w buraku.

Reasumując wszystkie, wyliczone dotąd błędy; na jakie narażeni jesteśmy przy analizie buraków bezpośrednio w naszych cukrowniach otrzymamy:

Z różnego praktykowanego u nas ważenia buraków handlowo i technicznie, w procentach cukru do buraków ± 1,10 do ± 1,50% cukru.
Przez branie próby wadliwe z samych buraków. . . . . . — 1,24 do — 1,70% „
Z obecności ciał skręcających (niecukru) w soku sur. . . ± 0,40 do ± 0,56% „
Z przyjmowania stałego procentu 95% soku . . . . . . — 0,17 do + 0,25% „

Przypuszczając możliwe maximum plusów na pokrycie minimum minusów, otrzymamy błąd minimalny: + 0,9 do + 0,61, w przeciwnym razie same minusy mogą dać maximum — 2,76 czasem zamało wykazanego w burakach. Z tych cyfr widzimy, że warunki w jakich ma miejsce wzięcie próby do analizy z samych buraków w naszych cukrowniach, dopuszczają tak liczne i tak dalece po za granicami dopuszczalnych w chemii technicznej, — błędów analizy leżące źródła błędów, iż budzić mogą poważną wątpliwość co do pewności wyników ostatecznych rachunku technicznego, na tych danych opartego. Jakkolwiek widzimy, że możność otrzymania rzeczywistego wyniku, nie jest zupełnie wykluczoną; to jednak zawsze będzie to rzadkością, a właściwie tylko wypadkiem pokrycia jednych błędów drugiemi, zwykle zaś trudności fabryczne miejscowe, są tu tak wielkie, że usunięcie ich leży zupełnie po za sferą możności chemika cukrowniczego. Te okoliczności tłomaczą nam owe zdumiewające skoki w stratach fabrycznych, tak często widziane w sprawozdaniach naszych cukrowni, gdzie raz straty nieoznaczone bywają daleko większe od oznaczonych, w innych zaś fabrykach pracujących w takich samych warunkach zmniejszają się do 0, — albo nawet mają znak minus.

Pomimo to bynajmniej nie radzę, jak to niektórzy ośmielili się wygłosić publicznie, skasować sprawozdania chemiczne w naszych cukrowniach, bo one do niczego doprowadzić nie mogą! — a dla poparcia pewności swych słów, sami dali z siebie przykład, byłoby to samo, co poradzić błądzącemu w czasie ciemnej nocy w lesie zgaszenie latarki, którą sobie przyświeca dla odszukania drogi; na tej zasadzie, że i tak ciemno jeszcze z tą latarką.

Jak usunąć błędy wynikające z brania próby bezpośrednio z buraków w naszych cukrowniach?

Jedyny sposób usunięcia tych wszystkich wyżej wymienionych błędów polega na tem, aby brać próbę w tem miejscu surowej fabrykacyi: 1) gdzie przedewszystkiem obojętną jest waga surowego materyału, ze względów techniczno-handlowo-buchalteryjnych; 2) gdzie wzięta próba zbliża się bardzo do przeciętnej; skutkiem zmięszania soku wydobytego z olbrzymiej masy buraków; 3) gdzie najsłabszem jest skręcenie polaryzacyjne niecukrów i 4) gdzie procentowość soku dokładnie oznaczyć możemy. Takim punktem surowej fabrykacyi jest dyfuzya, a właściwie miernik soku, otrzymanego z dyfuzyi lub pras. Prawdę tę uznano już w zagranicznych cukrowniach i odtąd też rozpoczynają tam chemiczne sprawozdania zamiast zupełnego ich zarzucenia. U nas jednak, dla szczególnej ważności jakości buraków, musimy ten sposób zmienić tak, że otrzymane wyniki analizy należy przerachować na buraki bezpośrednio i wpisać w rubrykę buraków. Oto jest formuła dla takiego obliczenia:

$$X = \frac{N \times C \times D}{C \times D + S \times N},$$

gdzie N = procent soku normal. w burakach.
C = procent cukru w soku dyfuzyjnym.
D = ilość soku dyfuzyjnego w procentach na 100 buraków.
S = procent cukru, stracony w wymoczynach + procent cukru stracony w wodzie dyfuzyjnej; w procentach na 100 soku normalnego (a nie na 100 buraków).

Otóż $\frac{D}{X} = Q$ jest to współczynnik, przez który pomnożywszy bezpośrednią polaryzacye soku dyfuzyjnego C, otrzymamy bezpośrednią polaryzacyę soku buraczanego, normalnego; a proporcyonalnie do niej i — % Brixa. Możnaby tu

zrobić zarzut, że tak otrzymane analizy buraków będą fikcyjnemi; ale na tę racyę można odpowiedzieć inną, mianowicie: że tak z analizowane buraki będą burakami rzeczywistemi w znaczeniu cukrowniczem; to jest takiemi—jakiemi się przedstawiają we własnościach swoich w tem stadyum surowej fabrykacyi, w którem cukrownik nie zaczął jeszcze oddziaływać na nie chemicznie, w celu oczyszczenia cukru od domieszek obcych, rozpuszczonych w soku. Takie tylko buraki mogą mieć znaczenie dla fabrykacyi, gdy tymczasem bezpośrednie badanie może mieć tylko znaczenie naukowe—a nie techniczne. Tylko buraki tak z analizowane w olbrzymim ekstraktorze fabrycznym, mogą być porównywane ze sobą w celu oznaczenia ich przydatności dla przemysłu cukrowniczego i wartości, jako ras kultury hodowniczej. To, czego ekstruktor fabryczny niezdolen wydobyć z buraka, niema żadnego interesu dla cukrownika i cukrowniczego chemicznego sprawozdania, chociaż może mieć interes naukowy lub inny.

Dotąd mówiliśmy o wyższości oznaczenia procentów cukru i niecukru w soku buraczanym za pośrednictwem analizy soku dyfuzyjnego, ze względu na warunki fabryczne, oraz tkwiące w składzie samego soku i buraka.

Teraz zaś zastanówmy się nad zaletami tego samego sposobu, ze względu na stosowanie do oznaczenia składu soku metody polaryzacyjnej.

1) Przy metodzie objętościowej dodajemy zawsze jednakową ilość octanu ołowiu do różnych soków buraczanych, dopuszczamy się zatem błędu wynoszącego nawet do 0,6%, a pochodzącego ze skręcenia niecukru, który może być strącony tylko nadmiarem octanu ołowiu, a mianowicie ilością, przechodzącą nieraz 2 i 3 razy ilość octanu ołowiu, używaną zwykle. Wykazał to jasno Pellet w jednej ze swych prac, odnoszących się do bliższego oznaczenia natury niecukru, skręcającego na prawo w soku surowym. Że sok dyfuzyjny nie naraża nas na nic podobnego, łatwo pojąć z tego, co już wyżej w tym przedmiocie mówiłem i ze względu na rozrzedzenie tego soku wodą, a więc znaczne zmniejszenie ilości niecukru, strąconego octanem ołowiu, który tem samem przypada tu w daleko większym nadmiarze, aniżeli przy burakach. W czasie niektórych kampanii to za słabe oczyszczenie przy praktykowanym stosunku octanu ołowiu, nawet przy najwyższej jego gęstości i długiem wystawaniu soku z octanem ołowiu, jest tak widocznem, że nie może powstrzymać zczernienia soku przed nalaniem do rurki polaryzacyjnej. W takim razie z konieczności należało się uciec do analizy wagowej, przy której nadmiar octanu ołowiu można było ustusunkować doświadczeniem, dodając go w takiej mianowicie ilości, żeby osadził jak najwięcej niecukru, działającego na polaryzacyę. ilość ta bywała dwa i trzy razy większą od ilości używanej przy metodzie objętościowej.

2) Błąd od niedokładnego kalibrowania kolbki, i błąd od niedokładnego ustawienia poziomu soku na kresce, dochodzący w soku buraczanym do ± 0,2, ± 0,3% na polarymetrze, będzie w soku dyfuzyjnym niższym w skutek rozrzedzenia: tak samo błąd spowodowany niedokładną długością rurki polaryzacyjnej, a wynoszący dla buraków ± 0,05 do ± 0,25; podobnież od zbyt mocnego zaciśnięcia szkiełek, zamykających rurkę polaryzacyjną, co może podnieść polaryzacyę do + 0,4% w soku burakowym, (ten ostatni można jednak usunąć sprężynowem zamykaniem).

3) Czułość oka obserwatora przy soku dyfuzyjnym, dla jego wysokiej klarowności, oraz bezbarwności, może być znacznie większą; zwłaszcza, że dla wielu buraków przy polaryzacyi przechodzi się granicę, w której w polarymetrach półcieniowych występuje zabarwienie połówek pryzm polaryzujących; w ten sposób zmniejszamy błąd dochodzący do ± 0,4% na polarymetrze.

4) Wypływ objętości osadu ołowianego, który podnosi polaryzacyę soku buraczanego do + 0,3% na polarymetrzo, zmniejszonym jest w soku dyfuzyjnym proporcyonalnie do gęstości obu soków. Suma tych błędów, przypuszczając najdogodniejszy wypadek plusów pokrywających minusy, a w drugim razie maksimum błędu +, da nam cyfrową wielkość błędu na polarymetrze — 0,3 do + 1,85%, a w procentach cukru na 100 buraków — 0,08 do + 0,49. Przez użycie za punkt wyjścia soku dyfuzyjnego błąd ten zmniejsza się i wyniesie: w % cukru — 0,6 do + 0,37% przy zastosowaniu zaś rurki o podwójnej długości, co tu jest możebnem najczęściej, a niemożliwem przy soku buraczanym jeszcze do połowy, t. j. — 0,03 do + 0,18% cukru w soku buraczanym.

Na podaniu cyfrowej wielkości błędów, które możemy popełniać w sprawozdaniach chemicznych, naszych cukrowni przy oznaczeniu składu buraków przerabianych i sposobem sprowadzenia ich do minimum, zakończę tę część niniejszej pracy.

Robię tu założenie z góry, że cukrownie podające swe sprawozdania do wiadomości, obsadzają posady chemików fabrycznych ludźmi, którzy są obznajmieni z użyciem polarymetru na tyle, że mając dokładny polarymetr, potrafią sami usunąć możliwe przy tej metodzie błędy. Polaryzacyjny sposób analizy, jak mówi Stammer, nie jest wcale tak bardzo prostym, jak się wydaje, gdyż nie polega tylko na nastawieniu kompesatora na równy ton światła, lub jednakowo kolor obu połówek krążka i odczytaniu podziałki. Błędy, jakie robić można przy polaryzacyi, nie mając o nich pojęcia, nie dadzą się ująć w cyfry, a tembardziej usunąć przez takiego obserwatora.

Co się tyczy przeróbki surowego materyału, to dla wzięcia przeciętnej próby cukru saturacyjnego lub soku, przed filtracyą, instrukcya poleca brać próbę w pewnych odstępach czasu z saturacyi, a odebrane porcye pomieszczać w naczyniu chłodnem, zanurzonem w zimnej wodzie, trzymając je tak aż do czasu wzięcia do laboratoryum, dla zrobienia analizy. A. Wachtel w swej pracy nad zmianami, wywołanemi w soku buraczanym surowym, przez defeko-saturacyę wykazał, że przedłużanie tej operacyi ma wielki wpływ na osiągane skutki, a mianowicie czem dłużej trwa ta operacya i czem dłużej pozwolimy się odstawać sokowi wysaturowanemu, tem gorszy osiągniemy skutek, a to z powodu ponownego rozpuszczenia otrzymanych związków wapiennych,—trój zasadowego cukrzanu i węglanu wapnia. To naprowadza na myśl, że i odbieranie stałe próbek i trzymanie ich następnie w chłodnicy do jakiegoś czasu, daje nam wyniki fałszywe, tem więcej, czem dłuższy czas wystawania. To uważam za główny powód niemożności dopatrzenia się w sprawozdaniach, zależności oczyszczenia od wielkości dodanego do soku procentu wapna. Korzystają z tego goniący za efektem i popisują się skutkiem osiągniętym, przez dodanie np. 1½% wapna, takim, jaki drugim, i przy dodaniu 3% trudno osiągnąć.

Dla sprawdzenia powyższej okoliczności oznaczałem w pierwszych 14 tygodni kampanii, skład soku satur. II-ej, odbierając próbki do chłodnicy według instrukcyi. Przez ostatnie sześć tygodni brałem do laboratoryum sok świeży, wprost z kotłów satur. w takiem odstępie czasu po wzięciu dyfuzyjnego soku, jakiego potrzeba było w danej fabryce; dla przejścia soku od dyfuzyi do saturacyi II-ej. Otóż przekonałem się, że sok był tak dokładnie wymięszany, iż nie potrzeba było żadnych starań specyalnych, w celu otrzymania przeciętnej próbki, żadnych też niepojętych różnic nie zauważyłem; natomiast różnica w wyniku analiz przeprowadzonych obu sposobami, była tak znaczną, że pomijać jej nie można, wynik tych prób jest taki:

14 tygodni początkowych pokazywały średnio niecukru na 100 cukru: w soku buraczanym 21,55, w soku saturacyjnym, chłodnym i stojącym długo — 15, stąd oczyszczenie 30,1%; 6 tygodni ostatnich wykazywało przeciętnie niecukru na 100 cukru: w soku buraczanym — 24,23, w soku satur. nie stojącym w chłdnicy — 15,93, stąd oczyszczenie 34,22%. Wapna zaś używano przez cały ten czas 3% na 100 buraków. Jeżeli z ostatnich 6-ciu tygodni weźmiemy pod uwagę ilość niecukru usuniętego, daną ilość wapna i na tej zasadzie przeliczymy wyniki pierwszych 14-tu tygodni, to otrzymamy, że fabryka używająca do defekacyi 2,6% wapna, i podająca do analizy swój sok w stanie świeżym bez wystawania w chłodnicy: otrzymuje oczyszczenie takie, jak fabryka, podająca do analizy swój sok wystały w chłodnicy; a więc w takim stanie, w jakim rzeczywiście niema go przed filtracyą w biegu fabrycznym, ale używająca 3% wapna do defekacyi. Znacznie większych różnić spodziewać się można tam, gdzie nie dokłada się tyle starań, jak w wyżej wzmiankowanym przykładzie, dla otrzymania dokładnej próby, a czego bynajmniej do niemożebności nie można zaliczyć. *(C.d.n.)*

Дозволено Цензурою, Варшава, 18 Февраля 1891 г. — Druk J. Sikorskiego, Warecka, 14. Wydawca, Maurycy Wortman. Red. odp. Adam Braun.